١١
الجُزءُ الأوَّل





دولـــة فلسطين
وزارة التّربية والتّعليم

الاتصـــــــالات

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصّناعيّ

فريق التّأليف:

م. إيمان كتّانة
م. صلاح الدين حاج أحمد
م. فخري صبّاح

م. ماهر يعقوب (منسقاً)



قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي 2018 / 2019م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج	د. صبري صيدم
نائب رئيس لجنة المناهج	د. بصري صالح
رئيس مركز المناهج	أ. ثروت زيد

الدائـــرة الفنية

الإشراف الفني	كمال فحماوي
التصميم	منال رمضان
التحـرير اللغـوي	أ. وفاء الجيوسي
الـرسومـــــــات	أ. سالم سالم
متابعة المحافظات الجنوبية	د. سمية النخالة

الطبعة التجريبية
2020 م/ 1441هـ

دولـــة فلـسطـين
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 - رام الله - فلسطين
pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
فاكس 2983250-2-970+ هاتف 2983280-2-970+

تقديم

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكريّة المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تآلفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات تؤطّر لهذا التطوير، بما يعزّز أخذ جزئية الكتب المقررّة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلّاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / 2018م

مقدمة:

يأتي هذا المقرّر ضمن خطة وزارة التربية والتعليم لتحديث المناهج الفلسطينية وتطويرها لفروع التعليم المهني، بحيث يتضمّن مجموعة كفايات يمتلكها خرّيج التعليم المهني التي يتطلبها سوق العمل، ومواكبة آخر التطورات الحديثة في علم الصناعة، والتدريب العملي بما يتوائم مع متطلبات عصر المعارفة.

لقد تم تأليف هذا الكتاب ضمن منهجية الوحدات النمطية المبنية على المواقف والأنشطة التعلمية، بحيث يكون الطالب منتجاً للمعرفة لا مُتلقياً لها، بحيث يعطى للطالب الفرصة للانخراط في التدريبات التي تُنفَّذ بروح الفريق، والعمل الجماعي، لذا تضمّنت وحدات هذا المقررّ الحالات الدراسية التي تعمل على تقريب الطالب المتدرب من بيئة سوق العمل، والأنشطة التعلمية ذات الطابع التطبيقي المتضمنة خطّة العمل الكاملة للتمرين؛ لما تحتويه من وصف تنفيذ التمرين، ومنهجيته، وموارده، ومتطلباته، إضافة إلى صناديق المعرفة، وقضايا التفكير التي تُذكي ذاكرة الطالب.

لقد تمّ ربط أنشطة هذا الكتاب وتدريباته بقضايا عملية مُرتبطة بالسياق الحياتيّ للطالب، وبما يُراعي قُدرته على التنفيذ، كما تمّ التركيز على البيئة والسوق الفلسطيني وخصوصياتها عند طرح الموضوعات، وربطها بواقع الحياة المعاصر، وتجلّى ذلك من خلال الأمثلة العملية، والمشاريع الطلابية، حيث تمّ توزيع مادة الكتاب الذي بين أيدينا على ما يأتي:

احتوى (الفصل الأول) على أربع وحدات نمطية، الوحدة الأولى تتعلق **ببناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ذات التيّار المستمرّ وصيانتها**، أما الوحدة الثانية فتتعلق **ببناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ذات التيّار المتناوب وصيانتها**، والوحدة الثالثة عن **بناء الدارات الإلكترونيّة التماثلية البسيطة وصيانتها**، وأما الوحدة الرابعة تتعلق **ببناء الدارات الإلكترونيّة الرقميّة البسيطة وصيانتها.**

ولمّا كانت الحاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية، فقد تمّ وضع مشروع في نهاية كلّ وحدة نمطية؛ لتطبيق ما تعلّمه الطلبة، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم.

واللهَ نسأل أن نكون قد وفّقنا في عرض موضوعات هذا الكتاب بما يراعي قدرات الطلبة، ومستواهم الفكري، وحاجاتهم، وميولهم النفسية والوجدانية والاجتماعية، وكلّنا أمل بتزويدنا بملاحظاتهم البنّاءة؛ ليتمّ إدخال التعديلات والإضافات الضرورية في الطبعات اللاحقة؛ ليصبح هذا الجهد تامّاً متكاملاً خالياً من أيّ عيب أو نقص قدر الإمكان.

والله ولي التوفيق

فريق التّأليف



المحتويات



الوحدة الأولى

بناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ذات التيّار المستمرّ وصيانتها

في حياتنا العمليّة كثيراً ما نتحكّم بأجهزة التيّار المتناوب الكبيرة باستخدام أجهزة تيّار مستمر صغيرة.

الوحدة الأولى: بناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ذات التيّار المستمرّ وصيانتها

يتوقع من الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة في الكهرباء، في بناء دارات كهربائيّة بسيطة ذات تيّار مستمر في حياتنا اليومية، وذلك من خلال الآتي:

1. فحص القوة الدافعة للبطّاريّات، وتحديد صلاحيّتها.
2. تمييز المقاومات المختلفة، وقياس قيمها.
3. بناء نماذج لدارات كهربائيّة باستخدام لحام القصدير.
4. فحص وقياس الجهد والتيّار الكهربائيّ.
5. قياس القدرة والطاقة الكهربائيّة المستهلكة وعناصرها.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً: الكفايات الاحترافية

- توظيف البيانات وتحليلها حول بناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ومكوّناتها الأساسيّة من بطّاريّات ومقاومات، وعمليّة لحامها بالقصدير على ألواح الفيبر، بالإضافة إلى كيفيّة قياس الكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة وقياس القدرة والطاقة الكهربائيّة المستهلكة في الدارة وعناصرها.
- اختيار المواد والعناصر والأدوات والتجهيزات اللازمة لتنفيذ الأعمال المطلوبة.
- القدرة على استخدام جهاز القياس متعدد الأغراض (DMM)، لقياس الكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة.
- القدرة على فحص القوة الدافعة للبطّاريّات وتحديد صلاحيّتها.
- فحص المقاومات المختلفة، وقياس قيمها.
- القدرة على رسم وتوصيل المخطّطات الكهربائيّة، والتحقّق من عملها.
- القدرة على استخدام كاوي اللِّحام بشكل آمن.
- الالتزام بقواعد السلامة المهنيّة والسلوك المهنيّ.

ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصيّة

- المصداقية في التعامل مع الزبون والحفاظ على خصوصيته وتلبية احتياجاته.
- القدرة على إقناع الزبون واستيعاب رأيه.
- الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص عند الحاجة لذلك.
- العمل ضمن فريق ومساعدة الآخرين.
- التواصل الحسن وتبادل الخبرات مع الآخرين.
- الالتزام بالمواعيد وأخلاقيات المهنة.
- كتابة التقارير إلى المسؤول عن العمل.
- المبادرة إلى الاستفسار والاستكشّاف والقدرة على الوصول للمعلومة.
- القدرة على تطوير الذات ومتابعة الأمور الفنّيّة المستجدة وتطوير المهارات.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة

- التعلم التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني.
- البحث العلمي.

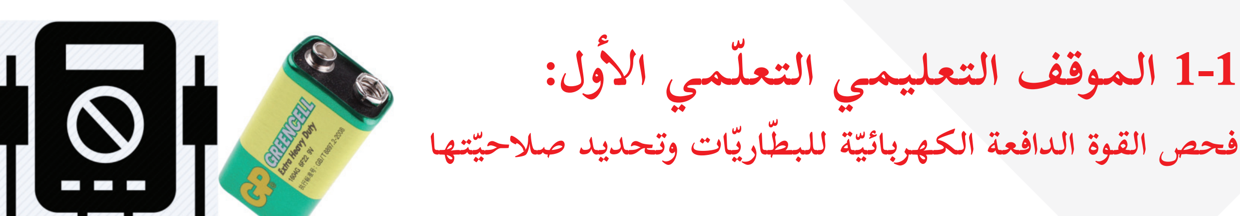


قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة. للعمل (خوذة، وكفوف يدويّة، وحذاء عازل)
- استخدام العِدَد والأدوات والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- ضبط الأميتر والفولتميتر قبل إغلاق المفتاح الكهربائيّ في أي دارة كهربائيّة.
- التأكّد من فصل مصدر القدرة الكهربائيّة قبل البدء بفك العناصر الإلكترونيّة وتركيبها على اللوحات.
- الانتباه لعدم عمل أي دارة قصر بين أي ترانزستور وأي عنصر آخر أثناء عمليّة اللِّحام بالقصدير.
- استخدام الأجهزة والأدوات المختلفة بحذر وانتباه، واتباع تعليمات الشركات الصانعة.
- المحافظة على نظافة مكان العمل وترتيبه قبل التنفيذ وبعد الانتهاء منه.

1-1 الموقف التعليمي التعلّمي الأول:



فحص القوة الدافعة الكهربائيّة للبطّاريّات وتحديد صلاحيّتها

وصف الموقف التعليمي التعلّمي: حضر أحد الزبائن إلى محل صيانة أجهزة خليوية بعد ملاحظته أن بطّاريّة هاتفه منتفخة، وهاتفه لا يعمل نهائياً، وشاشته مطفأة تماماً، رغم وضعه لعدة ساعات على الشاحن.

العمل الكامل			
خطوات العمل	**الوصف**	**المنهجية**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • عمر البطارية حسب الوقت الذي اقتنى فيه الهاتف أو من خلال تاريخ إصدار الهاتف. • هل يتم فصل الهاتف عن مصدر التيار الكهربائي إذا وصلت نسبة شحن الهاتف إلي 100%؟ • أجمع البيانات عن: • كيفية استخدام الساعة الرقمية. • أنواع البطاريات. • كيفية فحص القوة الدافعة الكهربائية للبطارية. • كيفية توصيل البطاريات.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، كتالوج الساعة الرقمية DMM، كتالوجات أنواع البطاريات ومواصفاتها الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بالبطاريات، أنواعها، طريقة فحصها، طرق توصيلها وكيفية استخدام الساعة الرقمية).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (الساعة الرقمية، أنواع البطاريات، فحص القوة الدافعة الكهربائية للبطارية، توصيل البطاريات). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزمهم في التنفيذ. • تصنيف أنواع البطاريات. • طريقة فحص القوة الدافعة للبطارية باستخدام الساعة الرقمية. • طرق توصيل البطاريات. • مراحل فحص البطارية. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف الخليوي، كتالوجات أنواع البطاريات ومواصفاتها الفنية، دليل الشركة المصنعة للساعة الرقمية).

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة الخاصة بالموقف: • الحذر من عدم توصيل قطبي البطارية معاً بشكل مباشر (من خلال موصل) حتى لا تحدث شرارة كهربائية أو تتولد حرارة زائدة في الموصل، وذلك حفاظاً على سلامة البطارية. • بعد الانتهاء من فحص البطاريات يجب التأكد من حفظها في مكان جاف وإبقاء أقطابها غير متصلة. • تحتوي بعض البطاريات على سوائل حارقة لذا نحرص على عدم ملامستها مباشرة باليد. • البطاريات الجافة تحتوي على مواد كيميائية خطرة وسامة فلا نحاول فتحها أو كسرها. • توزيع أنواع البطاريات. • استخدام العدد والأدوات المناسبة لعملية الفحص • ضبط متغيرات ساعة القياس الرقمية لملاءمة المهمة المطلوبة. • فحص البطاريات باستخدام DMM. • فحص صلاحية البطارية (تالفة أم لا). • فحص بطارية الهاتف الخليوي. • استبدال البطارية التالفة. • توصيل البطاريات على التوالي وعلى التوازي وفحص خصائص التوصيل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات: (ساعة رقمية DMM، بطاريات متنوعة (بطاريات جافة متنوعة قابلة وغير قابلة لإعادة الشحن، بطاريات سائلة، قرصية، ليثيوم)، أسلاك ملائمة، جهاز الهاتف الخليوي).
أتحقق	• أتحقق من: (طريقة استخدام DMM، نوع البطارية، طريقة فحص أي بطارية، طرق توصيل البطاريات). • أتأكد من تلف بطارية الهاتف الخليوي وعدم قابليتها لإعادة الشحن، وأن الجهاز يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون.	• البحث العلمي.	• الوثائق: (المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف الخليوي، كتالوجات أنواع البطاريات ومواصفاتها الفنية، دليل الشركة المصنعة للساعة الرقمية) • أجهزة ومعدات: (ساعة الفحص DMM، جهاز الزبون)

أوثق وأعرض	• أوثق: (أصناف البطاريات، نتائج فحص البطاريات، نتائج فحص خصائص التوصيل للبطاريات). • أوثق نتيجة فحص بطارية الهاتف الخليوي بما يحقق المواصفات المطلوبة. • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (فحص القوة الدافعة الكهربائية للبطاريات وتحديد صلاحيتها).	• التعلم التعاوني. • النقاش في مجموعات.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل الجهاز بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة فحص الجهاز للمواصفات، والمعايير.	• البحث العلمي. • حوار ومناقشة.	• الوثائق: (دليل الشركة المصنعة للساعة الرقمية، مواصفات البطاريات من الشركة الصانعة، مواصفات جهاز الهاتف الخليوي من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

أقوم بتجميع عدد من البطّاريّات المتوفرة في المشغل (مثال: بطّاريّة جهاز هاتف خليوي، وبطّاريّة جهاز هاتف لا سلكي، وبطّاريّة ساعة حائط، وبطّاريّة سيارة، وبطّاريّة ساعة يد...إلخ) ومن ثمَّ أقوم بـ:

- تحديد نوع كلّ بطّاريّة.
- فحص كلّ بطّاريّة باستخدام الساعة الرقميّة (DMM).
- تحديد أقطاب كلّ بطّاريّة.



أتعلَّم:

البطّاريّـــــــات

نشاط (1)

قام زبون بإحضار جهاز هاتف لا سلكي شاشته مطفأة تماماً، ولا يستجيب للمناداة من القاعدة، رغم وضعه لعدة ساعات على الشاحن (القاعدة)، فكيف يمكن فحص بطّاريّة الجهاز؟

ساعة الفحص الرقميَّة متعدِّدة القياسات (الملتميتر) (Digital Multimeter- DMM)

جهاز القياس الرقميّ هو جهاز قياس إلكترونيّ تظهر الكمِّيّات المقيسة فيه على صورة أرقام على شاشات عرض رقمية، وقد كانت أغلب أجهزة القياس السابقة أجهزة تماثلية. بدأت أجهزة القياس الرقميّة في الانتشار بسرعة نتيجة التقدم السريع في تصنيع أشباه الموصلات والهندسة الرقميّة والدارات المتكاملة والدارات المنطقيّة، إلى أن أمكن إنتاج أجهزة قياس دقيقة، وتم الاستغناء عن المؤشر الَّذي كان العلامة المميزة للأجهزة التماثلية. ويُعدّ الجهاز المتعدّد القياس جهازاً يشمل قياس كلٍّ من الجهد (V) والمقاومة (R) والتيّار (I)، هذا بالإضافة إلى اختبارات أخرى ثانوية مثل اختبار الديودات (Diode) واختبار الاستمرارية (Continuity) وقياس السعة (Capacitance) وقياس التردّد (Frequency) واختبار الترانزستور (Transistor) و...إلخ. ويوضّح الشكل (1) واجهة أحد أنواع الأجهزة المتعدِّدة القياسات. وقبل استخدام هذا النوع من الأجهزة يجب قراءة كتيّب التعليمات الخاص به لمعرفة كيفيّة تهيئة الجهاز لقياس الكمّيّة المراد قياسها حتى لا يتلف الجهاز.

وتعدّ مثل هذه الأجهزة من الوحدات الأساسيّة في أي معمل أو ورشة أو مركز صيانة، ومن الضروري أن تصبح أساس التجهيزات (العدة) الشخصيّة لأي فني أو مهندس يعمل في مجال الاتصالات والإلكترونيّات، حيث إن الأجهزة متعدِّدة القياس لا تختلف كثيراً فيما بينها، فأغلبها تتشابه معاً في وظائف القياسات الأساسيّة (الجهد والتيّار والمقاومة)، بينما تتفاوت في مدى القياس لكل كمّيّة كهربائيّة، وكذلك تتفاوت في الوظائف الأخرى المضافة.

جهاز الملتيميتر مؤهَّل لقياس الجهود العالية نسبياً، وعلى سبيل المثال يستخدم عادةً لقياس الجهد المتناوب حتى 750 فولت، والجهد المستمرّ حتى 1000 فولت. ولكنَّ الاستخدام السَّيء الذي قد يؤدّي إلى حوادث هو توصيل الجهاز عبر جهد عالٍ أو مصدر قدرة عالية مع ضبطه عند مدى قياس أقلّ كالمستخدم داخل مشاغلنا.

ميزات ساعة الفحص الرقميَّة متعدّدة القياسات (DMM):

1. سهولة الاستخدام لأي شخص غير متخصص.
2. رخص الثمن.
3. تعطي قراءة واضحة ومباشرة وبدرجة عالية من الدقة.
4. سهولة حمل الجهاز ووضعه، ولا يشترط وضعاً معين أفقياً أو رأسياً.
5. لا تحتاج إلى ضبط للأصفار.
6. لا يوجد بها أخطاء نتيجة الاحتكاك أو العنصر البشري.
7. تستهلك قدرة منخفضة، ولا تحتاج إلى مصدر القدرة العمومية بل تعمل على بطّاريّات صغيرة.
8. يستعمل جهاز القياس المتعدد الأغراض الرقميّ كثيراً لدى الفنيين لما يتميز به من خصائص مقارنة بجهاز القياس متعدد الأغراض التماثلي، حيث يمتاز بالدقة وبمدى رقمي واسع والجهاز الرقميّ يعطي نتيجة القياس على شاشة عرض رقمية وبذلك يتلاشى خطأ القراءة.
9. وبعض هذه الأجهزة أتوماتيكية المدى أي أنه بمجرد اختيار الجهد أو التيّار أو المقاومة يختار الجهاز أفضل مدى ويعرض القراءة.



شكل (1): واجهة جهاز قياس متعدد الأغراض

نشاط (2) أمامك مجموعة من البطّاريّات الجافة عددها 4، وقيمة جهد كلّ بطّاريّة 1.5 فولت، مصباح 6 فولت، المطلوب تنفيذ الآتي:

1. تشغيل الحمل (المصباح)، وذلك بتوصيل البطّاريّات على التوالي.
2. تشغيل الحمل (المصباح)، وذلك بتوصيل البطّاريّات على التوازي.
3. التحقّق من خصائص توصيل البطّاريّات (على التوالي، على التوازي).

مفهوم البطّاريّة:

البطَّاريَّة في أبسط أشكالها أسطوانة مغلقة تحتوي على موادَّ كيميائيَّة تتفاعل فيما بينها منتجةً الإلكترونات. وتسمَّى التفاعلات التي تنتج عنها الإلكترونات تفاعلات كهرو كيميائيَّة. ولا بدَّ أن تحتوي كل بطاريَّة على قطبين: أحدهما موجب والآخر سالب، حيث تتجمع الإلكترونات، وتنتقل منه إلى القطب الموجب في حالة التوصيل بينهما خارجياً بموصل (سلك كهربائيّ)، ولكن من الخطورة الشديدة الاقتصار على ذلك الموصل دون إضافة أحمال كهربائيّة عليه؛ لأن من شأن ذلك إحداث انفجار أو حريق أو على أقل تقدير تفريغ البطّاريّة من شحنتها بالشكل شبه فوري بسبب زيادة التيّار الكهربائيّ خلال البطّاريّة والأسلاك عن الحد المقرر.

تُستخدم البطّاريّات كمصادر مريحة للطاقة الكهربائيّة بصورة آمنة؛ لنتمكّن من استخدامها في أيّ وقتٍ نشاء وبحريّة دون أن نتقيّد باستخدام وصلات الكهرباء حتّى في الأمور الصغيرة. فهي تمد الأجهزة خفيفة الحمل مثل المذياع، والمسجّلات الصوتية والتلفاز بالطاقة الكهربائيّة، وبطّاريّة السيارة تمدّها بالطاقة الكهربائيّة اللازمة لإدارة المحرّك، كما تمدّ البطّاريّات أيضاً سفن الفضاء، والغوّاصات بالكهرباء. وخلال فترات انقطاع التيّار، تمدّ البطّاريّات أجهزة الهاتف، وأجهزة إنذار الحرائق، والمستشفيات، وغيرها من المباني الأساسيّة بالكهرباء في حالات الطوارئ.

أنواع البطّاريّات:

للبطّاريّات أنواع كثيرة يمكن تصنيفها وفقاً لعدّة بنود، وتصنّف البطّاريّات حسب كمّيّة الكهرباء الّتي تولّدها وهي الأبرز في التصنيف، وتقسم إلى قسمين:

البطّاريّات الأوليّة (Primary Batteries):

وهي البطّاريّات التي تستخدم مرّةً واحدةً حتّى ينتهي مفعولها، ويتمّ التخلّص منها بعد الاستهلاك، وتكون ذات عمرٍ قصير، ويختلف عمرها من نوعٍ إلى آخر. بعض الأمثلة على البطّاريّات التي تستخدم لمرة واحدة هي البطّاريّات العادية التي نستخدمها في ساعات الحائط، أجهزة التحكم بالتلفاز عن بعد (الريموت كنترول).

وهناك ثلاثة أنواع رئيسة من البطّاريّات الأولية، هي:

1. **خلايا الكربون - الخارصين (Carbon-Zinc Cells):** متعدِّدة الاستعمالات، حيث تستعمل في كشّافات الضوء اليدويّة، ووحدات توليد الومضات الكهربائيّة لأجهزة وآلات التصوير، وفي لُعَب الأطفال.

2. **الخلايا القاعدية (Alkaline Cells):** تستخدم كمصدر ممتاز للإضاءة في مصابيح الدراجات، وآلات الحلاقة، وأجهزة التلفاز خفيفة الحمل، وأجهزة التخاطب الإلكترونيّة. هذه الخلايا أكفأ اقتصادياً في حالة استعمالها في لُعَب الأطفال الكهربائيّة التي تتطلب كمّيّة عالية من الكهرباء، من خلايا الكربون - الخارصين؛ وذلك لأن عمرها الافتراضي أطول بما يتراوح بين 5 و8 مرات.

3. **خلايا الزئبق (Mercury Cells):** تمتاز بثبات كبير في الفولتية (1.35 V) خلال فترة استهلاكها، ولكنّها خطرة على الصحَّة وممنوعة في كثير من الدول بسبب احتوائها على الزئبق.

البطاريَّات القابلة للشَّحن (Rechargeable Batteries):

هي البطّاريّات الّتي يمكن استخدامها حتّى بعد نفاد الطّاقة الموجودة فيها، ويتمّ ذلك عن طريق إعادة شحنها مرّةً أخرى، وإعادة استعمالها، وتسمَّى أيضاً (بطاريَّات التخزين أو البطاريَّات الثانويَّة). بعض الأمثلة على البطّاريّات القابلة لإعادة شحنها تلك المستخدمة في الجهاز الخليوي، والهاتف اللا سلكي، ومشغلات MP3 ....إلخ.

وأكثر أنواع البطّاريّات الثانويّة شيوعاً:

1) **بطّاريّات التخزين نوع رصاص- حمض (البطّاريّات الحامضية):** تستخدم في السيارات، والمحوّلات، وأنظمة الطاقة الاحتياطية.

2) **بطّاريّات التخزين نوع نيكل- كادميوم (البطّاريّات القلوية):** تستخدم في كثير من الأدوات المحمولة، مثل معدات التصوير، والمصابيح اليدويّة، وألعاب التحكم عن بعد.

3) **بطّاريّة الليثيوم:** تستخدم في الأجهزة الخليوية، وجهاز الحاسوب المحمول، والكاميرا الرقميّة.

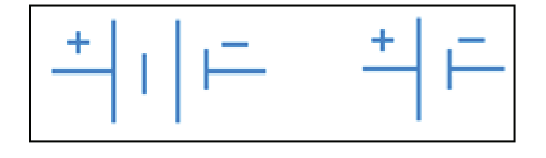
وللمحافظة على البطّاريّة في حالة جيدة يجب مراعاة الآتي:

1- عدم ترك البطّاريّة دون شحن، خاصة عندما يبلغ جهدها أقل قيمة للجهد.

2- عدم ترك البطّاريّة فارغة لفترة طويلة.

3- إذا كانت البطارية سائلة فيجب بقاء مستوى السائل الإلكتروليتي مغطياً الألواح تماماً، وعدم تعريض الألواح للهواء، مع إضافة الماء المقطر (فقط) عند اللزوم عند نقص السوائل.

رمز البطّاريّة: يبيِّن الشكل (2) رمز البطّاريّة



شكل (2): رمز البطّاريّة

طرق توصيل البطّاريّات:

1- التوصيل على التوالي: تستخدم هذه الطريقة للحصول على جهد عالٍ، كما هو موضَّح في شكل (3-أ).

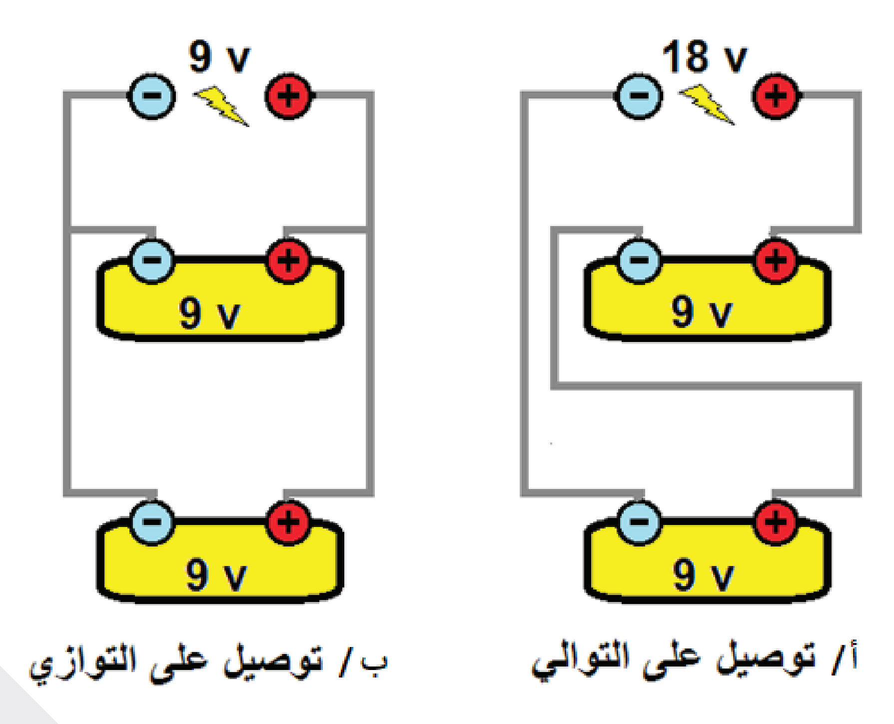
الجهد الكلّي = جهد البطّاريّة 1 + جهد البطّاريّة 2

2- التوصيل على التوازي: تستخدم هذه الطريقة لتوصيل بطاريات ذات قوة دافعة متساوية للحصول على محتوى طاقةٍ أكبر (زمن تشغيل أطول) كما هو موضَّح في شكل (3-ب).

الجهد الكلّي = جهد إحدى البطّاريّات

التيّار الكلّي = تيّار البطّاريّة 1 + تيّار البطّاريّة 2

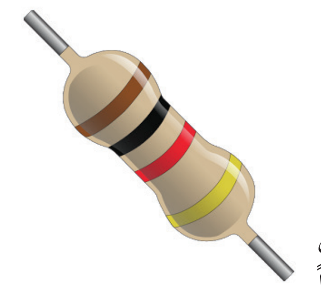
3- التوصيل المركب: وهي تجمع بين الطريقتين السابقتين.



شكل (3): طرق توصيل البطّاريّات

مفهوم التّيار الكهربائي:

التيَّار الكهربائي هو سريان الإلكترونات الحرَّة في موصل تحت تأثير جهد البطاريَّة. ومع ذلك فقد اصطُلِح عالمياً على اعتبار اتجاه التيَّار بعكس اتجاه حركة الإلكترونات داخل الموصل.



2-1 الموقف التعليمي التعلّمي الثاني:

تمييز المقاومات المختلفة وقياس قيمها

وصـف الموقـف التعلمـي التعلمـي: أحضـر تاجـر قطـع إلكترونيـة مجموعـة مـن المقاومـات الكهربائيـة إلـى ورشـة الصيانـة بعـد أن اختلطـت أثنـاء عمليـة النقـل، طالبـاً تصنيفهـا حسـب أنواعهـا وقيمهـا.

العمل الكامل			
خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من تاجر القطع الإلكترونية عن: • عدد المقاومات المطلوب تصنيفها وفحصها • أجمع البيانات عن: • استخدام الساعة الرقمية لقياس قيمة المقاومة • قراءة قيم المقاومات (طرق التشفير المختلفة) • طرق توصيل المقاومات	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، أدلة الشركة الصانعة لأنواع المقاومات ومواصفاتها الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بالمقاومات، أنواعها، طرق فحصها وطرق توصيلها).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (استخدام الساعة الرقمية لقياس قيمة المقاومة، قراءة قيم المقاومات (طرق التشفير المختلفة). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزمهم في التنفيذ • أنواع المقاومات. • مبدأ ضبط ساعة الفحص لفحص أي مقاومة. • كيفية قراءة قيم المقاومات (طرق التشفير المختلفة). • طريقة توصيل المقاومات للحصول على أي مقاومة. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (أدلة الشركة الصانعة لأنواع المقاومات الكهربائية ومواصفاتها الفنية).

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة الخاصة بالموقف: • عدم قياس المقاومات في أثناء تطبيق الجهد الكهربائي عليها، وضرورة فصل التيار قبل عملية القياس. • الانتباه إلى قدرة المقاومات وعدم السماح بتجاوزها عند التشغيل. • عند قياس قيمة المقاومة في الدارة فإنه من الضروري فصل أحد أطرافها لتفادي الخطأ في القياس (لأن القيمة المقاسة تعبر عن المقاومة والمكونات المتوازية معها في الدارة). • توزيع المقاومات الكهربائية. • استخدام العدد والأدوات المناسبة لعملية الفحص • تحديد نوع المقاومة الكهربائية. • ضبط متغيرات ساعة القياس الرقمية لملاءمة المهمة المطلوبة. • فحص المقاومات الكهربائية. • قراءة قيمة المقاومة على جسمها أو باستخدام طريقة تشفير معينة. • تحديد هل المقاومة تالفة أم لا • توصيل المقاومات على التوالي أو التوازي أو التركيب لإيجاد قيمة المقاومة غير المتوفرة في المشغل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات: (ساعة رقمية DMM،مقاومات متنوعة (كربونية، سلكية، غشائية، ضوئية، حرارية، معتمدة على الجهد، متغيرة)، أسلاك ملائمة).
أتحقق	• أتحقق من: (تحديد نوع المقاومة، طريقة فحص أي مقاومة، إيجاد قيمة المقاومة بطرق تشفير المقاومة، إيجاد قيمة أي مقاومة عن طريق توصيل المقاومات). • أتأكد من أن المقاومات صُنفتْ حسب طلب الزبون.	• البحث العلمي.	• الوثائق: (المواصفات الفنية المزودة من الشركة الصانعة، أدلة الشركة الصانعة لأنواع المقاومات الكهربائية، جداول طرق تشفير المقاومات). • أجهزة ومعدات: (ساعة الفحص DMM).

أوثق وأعرض	• أوثق: (أصناف المقاومات الكهربائية، المقاومة الكهربائية التالفة والصالحة بعد إجراء الفحص بالساعة الرقمية، قيمة أي مقاومة بطرق توصيل المقاومات المختلفة). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز المقاومات المختلفة وقياس قيمها).	• التعلم التعاوني. • النقاش في مجموعات.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا تاجر القطع الإلكترونية وموافقته على تصنيف المقاومات بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة تصنيف المقاومات للمواصفات، والمعايير.	• البحث العلمي. • حوار ومناقشة.	• الوثائق: (دليل الشركة المصنعة للساعة الرقمية، مواصفات المقاومات الكهربائية من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية الإنترنت)).



الأسئلة:

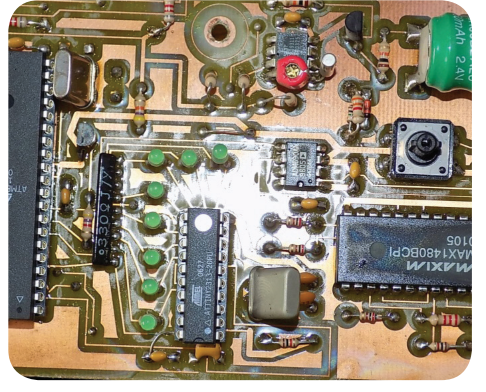
1. ما الهدف من استخدام التوصيل المركب للمقاومات؟
2. ثماني مقاومات موصولة على التوازي، وأصغر مقاومتين منها متساويتان قيمة كلّ منهما $1K\Omega$، ماذا يمكنك القول عن قيمة المقاومة الكلية المكافئة للمجموعة؟
3. أقوم بتجميع اللوحات الرئيسية لبعض الأجهزة المتوفرة في المشغل (مثال: جهاز هاتف كبسات، وجهاز استقبال تلفازي، وجهاز مذياع، وجهاز خليوي، ومقسم إلكترونيّ...إلخ) المطلوب:
   - تصنيف المقاومات الموجودة على اللوحة حسب أنواعها.
   - كيف يتم فحص مقاومة موجودة على اللوحة باستخدام جهاز (DMM)؟



أتعلَّم:

المُقاومة الكهربائيّة (Electrical Resistance)

نشاط (1) أمامك اللوحة الرئيسية لجهاز هاتف كبسات، (شكل 1). المطلوب: تصنيف أنواع المقاومات الموجودة على اللوحة.



شكل (1) اللوحة الرئيسية لجهاز هاتف

تُعَدّ المُقاومة من العناصر المُهمّة في الدارات الكهربائيّة، ومن الكمِّيّات الأساسيّة في علم الكهرباء. فإن عبور التيّار الكهربائيّ لجسم موصل أو شبه موصل ينتج عنه اصطدام الإلكترونات بذرّات هذا الجسم؛ مما يُسبّب فقدان بعض طاقتها. وبالتالي فإنّه كلما زاد الاصطدام كان مرور الإلكترونات صعباً، أي أنّ مُمانعة الجسم لمُرور التيّار تكون أكبر. هذه المُمانعة تُسمّى المُقاومة.

تعريف المُقاومة: (Resistor)

تُعرّف مُقاومة الأجسام عموماً بأنها مُمانعة هذه الأجسام لمرور التيّار فيها، أمّا المقصود بالمُقاومة بالنسبة للدوائر الكهربائيّة فهي قيمة العنصر الذي يعمل على ممانعة وتقليل مرور التيّار الكهربائيّ عبر الدارة. ويُرمز لهذا العنصر المقاوم بالرمز (R)، كما في الشكل (2).

R

شكل (2) رمز المقاومة

وتُعَدّ المُقاومة القيمة الرئيسة المُكوّنة للدارة الكهربائيّة، حيث تعتمد عليها قيمة بقية العناصر الأخرى مثل التيّار، وكذلك القدرة الكهربائيّة (Electrical Power) المستهلكة في الدارة الكهربائيّة. والمُقاومة تمثّل النسبة بين الجُهد والتيّار، وهذا التناسب قد أثبته العالم أوم (Ohm). تُقاس المُقاومة بالأوم (Ohm)، ويُرمز لها بالرمز أوميجا (Ω)، حيث إنه كُلّما ازدادت قيمة المُقاومة قلّت قيمة التيّار المارّ فيها، والعكس صحيح، فمثلاً بعض المواد مثل البلاستيك والمطّاط والخشب لها مُقاومة كبيرة جدّاً، وبالتالي تمنع مرور التيّار خلالها، بعكس النحاس والذهب والفضة التي لها مُقاومة صغيرة جدّاً، وبالتالي تسمح بمرور التيّار فيها.

I(mA)

التيار الناتج المار خلال المقاومة

20 Ω
50 Ω
100 Ω
250 Ω

V (v)

الفولتية المطبقة بين طرفي المقاومة

شكل (3): العلاقة بين فرق الجهد والتيار للمقاومة الكهربائية

إذ إنّ المُقاومة تعمل على إعاقة التيّار الكهربائيّ في الدارة الكهربائيّة، ولذلك فإنّ العلاقة بين المُقاومة والتيّار علاقة عكسية، ويمكن توضيح ذلك بالشكل (3) التالي:

عندما تكون قيمة المقاومة كبيرة نستخدم مضاعفات الأوم: (الكيلو أوم $K\Omega$، الميجا أوم $M\Omega$)

$$1K\ \Omega = 10^3\ \Omega = 1000\ \Omega,\ 1M\ \Omega = 10^6\ \Omega = 1000{,}000\ \Omega$$

أنواع المقاومات:

تنقسم المقاومات إلى نوعين رئيسيين:

1. مقاومات ثابتة.
2. مقاومات مُتغيِّرة.

أولاً- المقاومات الثابتة:

هي المقاومات التي صمّمت على قيمة محدّدة، ولا يمكن تغيير قيمتها، وهي موجودة بأنواع كثيرة.

أنواع المقاومات الثابتة:

1- المقاومات كربونية التركيب:

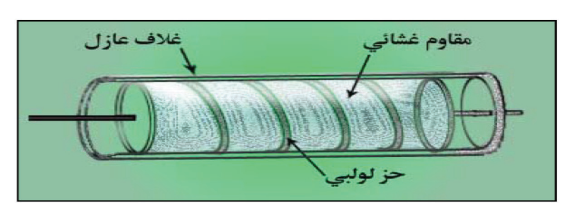
تُصنع بمزيج من الكربون المسحوق ومادة غير موصلة، مثل مسحوق سيرميك (الفخار)، تُصب المادة بالشكل المطلوب، الذي عادةً ما يكون أسطوانيّاً، ثم تجمد بالحرارة، ويُثبت طرفا المقاومة بمعدن حتى يمكن عمل التوصيلات بالأسلاك الخارجية، موضح في شكل (4). وتبلغ القدرة التقليدية لمثل هذه المقاومات ما يعادل ($\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, 1, 2$ Watt)



شكل (4): مقاومة من مادة كربونية

المقاومات الغشائية:

يتطلّب تصميم المقاومات الغشائيّة نثر غشاء متجانس من مادة ذات مقاومة حول سطح قضيب أسطوانيّ، ويمكن زيادة قيمة مقاومته بعمل قطع لولبي في هذا الغشاء، والشكل (5) يوضّح ذلك.



شكل (5): مقاومة غشائية

وتوجد ثلاثة أنواع مشهورة للمقاومة الغشائية:

1. الغشاء الكربوني.	2. الغشاء المعدنيّ.	3. غشاء الأكسيد المعدنيّ.

مقاومات السلك الملفوف:

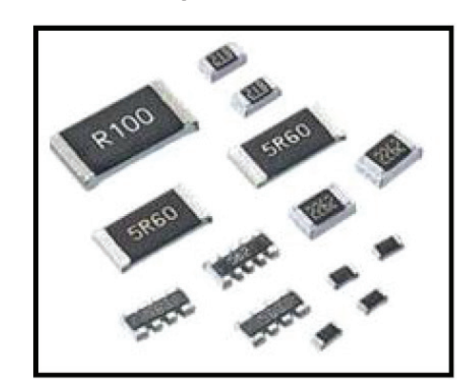
يصنع هذا النوع عن طريق لّف عدة لفّات من السلك على دليل تشكيل معزول. وتصنع مواد السلك من سبائك النيكل والكروم التي تستخدم بكثرة بسبب مقاومتها النوعية المرتفعة، وتسمى المقاومة الحرارية، وتمتاز بقدرة عالية. والشكل (6) يوضّح ذلك.

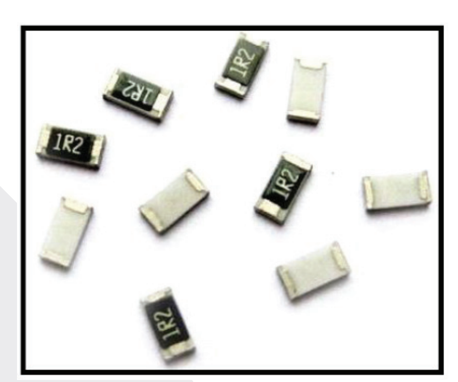


شكل (6): مقاومة سلكية

مقاومات سطحية (SMD):

في ثمانينيات القرن الماضي ظهرت عناصر إلكترونيّة صغيرة الحجم؛ لتحل مكان العناصر التقليدية، وسُمِّيَت هذه التقنيّة بإسم تكنولوجيا سطحيّة التركيب (Surface Mounted Technology - SMD) وهذه التقنيّة تستخدم عناصر إلكترونيّة تثبت على سطح اللوح الإلكترونيّ، وتسمّى هذه العناصر بإسم (Surface Mounted Devices) وتختصر (SMD). حيث دعت الحاجة إليها عندما جاءت الرَّغبة في تصغير حجم الأجهزة الإلكترونيَّة، بالإضافة إلى كونها أكثر ملاءمةً للتركيب الآلي غير اليدويّ (باستخدام الروبوت)، فنجد هذه العناصر تستخدم في كثير من الأجهزة الإلكترونيَّة، وعلى سبيل المثال الأجهزة الخليوية، ومن ذلك الوقت حققت تلك العناصر انتشاراً واسعاً، وأصبحت هناك عناصر إلكترونيّة جديدة لا تتوفر إلا على شكل (SMD)، وبها فتحت آفاق وتطبيقات جديدة. فهي تستخدم بكثرة في التطبيقات الحديثة، والشكل (7) يبيِّن صورة لبعض المقاومات سطحيّة التركيب من هذه العناصر.





شكل (7): مقاومة SMD

ثانياً: المقاومات المُتغيِّرة:

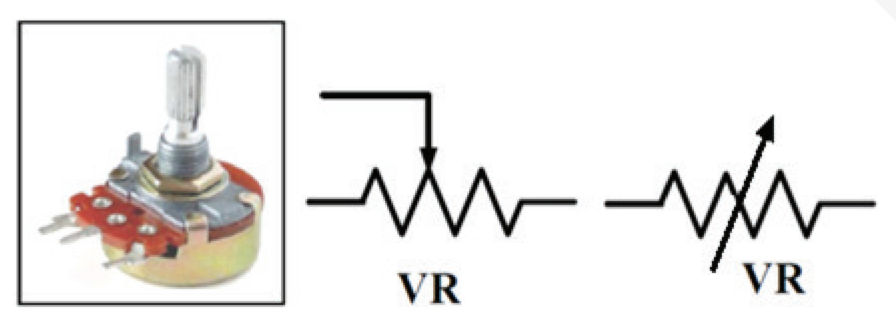
وهذه المقاومات تُصمّم بحيث يمكن تغييرها يدويّاً أو ذاتياً بسهولة، وتستخدم في:

1- تقسيم الجهد.

2- التحكم في التيّار الكهربائيّ.

المقاومات المُتغيِّرة (بوتنشوميتر Potentiometer):

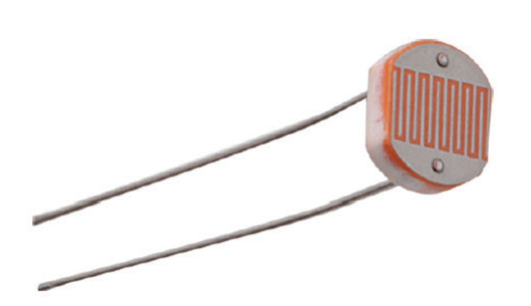
لها نفس تصميم المقاومات الثابتة إلا أنها تزيد عنها بذراع منزلق ثابت يغيّر من طول المقاومة، وبذلك تتغير قيمتها. وصورة المقاومة المُتغيِّرة ورمزها مبينان بالشكل (8).



شكل (8): المقاومة المُتغيِّرة ورمزها

المقاومات الضوئيّة (LDR):

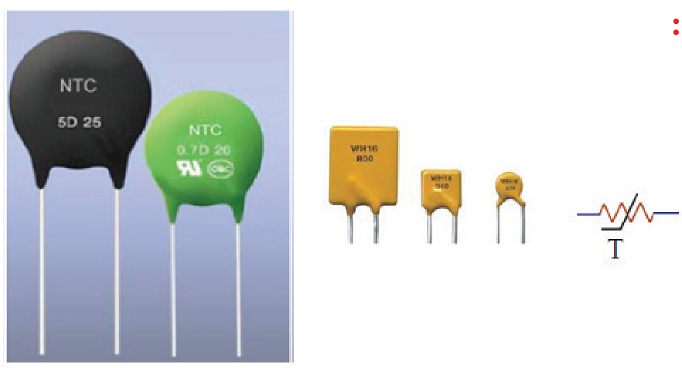
وهي مقاومات تتغير ذاتياً حسب الضوء المسلط على سطحها، وتستخدم عادة كحساس ضوئي، فهي تزيد قيمتها في الظلام، وتنقص أمام الضوء. تُستخدم هذه المُقاومات أساساً في بناء حسّاسات للضوء. يوضّح شكل (9) شكل المقاومة ورمزها.



شكل (9): المقاومة الضوئيّة ورمزها

المقاومات المُتغيِّرة بالحرارة (Thermistor):

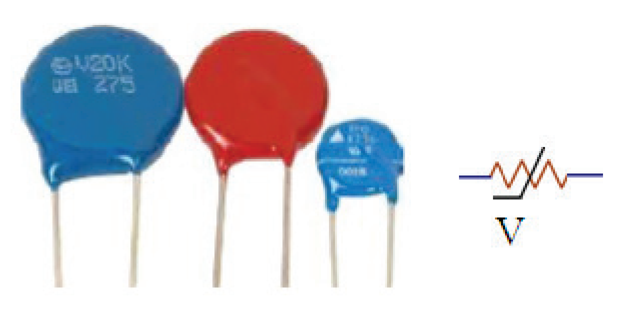
وهي مقاومات تتغير ذاتياً حسب درجة الحرارة، وتستخدم أيضاً كحسّاس حراريّ، ومنها ما تزيد قيمتها بازدياد درجة الحرارة (ذات معامل حراريّ موجب (PTC)، ومنها ما ينقص عند ازديادها (ذات معامل حراريّ سالب (NTC). تُستخدم هذه المُقاومات أساساً في بناء الحسّاسات الحراريّة، ويوضّح شكل (10) شكل المقاومة المُتغيِّرة بالحرارة ورمزها.



شكل (10): مقاومة مُتغيِّرة بالاعتماد على الحرارة، ورمزها

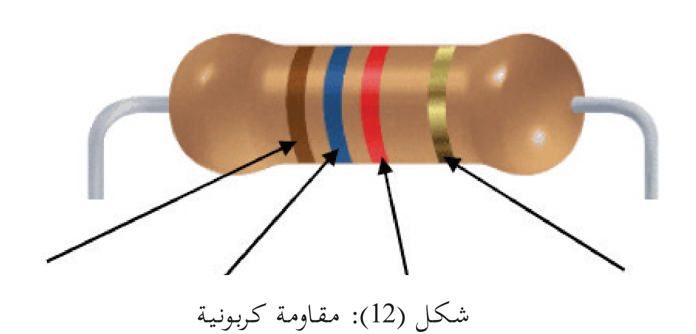
المقاومات التي تعتمد قيمتها على الجهد (Voltage Dependent Resistors):

يُرمز لهذه المقاومات اختصاراً بـ (VDR)، وهذه المقاومات تقلّ قيمتها بزيادة الجُهد المُطبق عليها. تُستخدم هذه المقاومات في حماية الدارات من ارتفاع الجُهد. يوضّح شكل (11) شكل مقاومة (VDR)، ورمزها.



شكل (11): مقاومة (VDR) ورمزها

نشاط (2) أمامك مقاومة كربونية شكل (12)، ما قيمة المقاومة؟



شكل (12): مقاومة كربونية

طرق قراءة قيم المقاومات بأنواعها المختلفة:

أ- إيجاد قيمة المقاومة عن طريق شيفرة الألوان:

نظراً لصعوبة كتابة قيمة المقاومة لصغر حجمها فقد تمّ استخدام حلقات من الألوان، بحيث تطبع على جسم المقاومة لتدل على قيمتها، وهنالك طريقتان للترميز اللوني:

رباعية النطاق اللوني (ذات أربعة ألوان):

يدلّ اللونان الأول والثاني على رقم اللون، واللون الثالث على القيمة المضروبة. ويبعد اللون الرابع عن بقية الألوان ليدلّ على نسبة التفاوت في القيمة.

خماسية النطاق اللوني (ذات خمسة ألوان):

تدل الألوان الأول والثاني والثالث على رقم اللون، واللون الرابع على القيمة المضروبة. ويبعد اللون الخامس عن بقية الألوان ليدلّ على نسبة التفاوت في القيمة.

والشكل (13) يبيِّن شيفرة الألوان للمقاومات رباعية النطاق وخماسية النطاق.

اللون	الحلقة الأولى	الحلقة الثانية	الحلقة الثالثة	معامل الضرب	نسبة التفاوت
أسود	0	0	0	1Ω	
بني	1	1	1	10Ω	±1%
أحمر	2	2	2	100Ω	±2%
برتقالي	3	3	3	1KΩ	
أصفر	4	4	4	10KΩ	
أخضر	5	5	5	100KΩ	±0.5%
أزرق	6	6	6	1MΩ	±0.25%
بنفسجي	7	7	7	10MΩ	±0.10%
رمادي	8	8	8		±0.05%
أبيض	9	9	9		
ذهبي				0.1	±5%
فضي				0.01	±10%

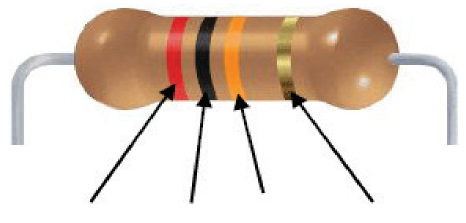
شكل (13): شيفرة الألوان للمقاومات رباعية النطاق وخماسية النطاق



أفكر:

في حال عدم وجود لون رابع على جسم المقاومة الكربونية. كم تكون نسبة التفاوت في القيمة؟

مثال: في هذا المثال، حسب شكل (14)



شكل (14): مقاومة كربونية رباعية النطاق

- اللون الأول أحمر = 2
- اللون الثاني أسود = 0
- اللون الثالث برتقالي = 3
- اللون الرابع ذهبي = 5%

$R = 20000\ \Omega \pm 5\% = 20k\ \Omega \pm 5\%$

هذا يعني أن مُصنع هذه المقاومة يضمن لك قيمة للمُقاومة

تتراوح بين ($20K\ \Omega - 5\%$) و($20K\ \Omega + 5\%$) من القيمة التي تشير إليها ألوان المقاومة.

أي: مقاومة بين $19k\ \Omega$ و$21k\ \Omega$.

ب- النظام البريطاني (British Standard) لترميز المقاومات:

في هذا النظام يتم استبدال الفاصلة العشرية بأحد الحروف (R, K, M) حيث تدل R أن القيمة بالأوم بينما تدل K أنها بالكيلو أوم وتدل M أنها بالميجا أوم. وقد يتم إضافة حرف آخر إلى اليمين للدلالة على نسبة الخطأ أو السماحية (Tolerance). وفيما يلي بعض الأمثلة:

4R7 = 4.7 Ω ; R47 = 0.47 Ω; 47R = 47.0 Ω; 4K7 = 4.7 KΩ; 47K = 47.0 KΩ; K47 = 0.47 KΩ = 470 Ω; 4M7 = 4.7 MΩ; 47M = 47.0 MΩ; M47 = 0.47 MΩ = 470KΩ; 4K7 k = 4.7 KΩ + 10%

ج- ترميز المقاومات سطحية التركيب (SMD):

1- طريقة المعامل العددي: يتم التعبير عن القيمة بثلاثة أرقام، حيث يمثل الرقمان الأول والثاني من اليسار قيمة عددية ويمثل الرقم الثالث عدد الأصفار إلى يمينها (المعامل المرفوع للأساس 10).



شكل (15): ترميز المقارمات السطحية- طريقة المعامل العددي

مثال: المقاومات في الشكل المجاور قيمها $10000\ \Omega$ (أو $10x103\ \Omega$) أي $10k\ \Omega$

وفي حالة وجود أربعة أرقام يكتب الأول والثاني والثالث كما هي والرابع يمثل عدد الأصفار.

2- طريقة الشيفرة (الكود): حيث يعبر عن كل قيمة بكود محدد يتكون من رقمين اثنين ومعامل ضرب على شكل حرف. ويبين جدول (1) الأكواد الخاصة بالمقاومات سطحية التركيب التي لها نسبة خطأ 1± %.

مثال: 68C تعني $499 \times 100 = 49900\ \Omega \pm 1\%$ أي $49.9K\ \Omega \pm 1\%$.

جدول (1): جدول أكواد خاص بالمقاومات سطحية التركيب التي لها نسبة خطأ ±1 %

القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود
681	81	464	65	316	49	215	33	147	17	100	01
698	82	475	66	324	50	221	34	150	18	102	02
715	83	487	67	332	51	226	35	154	19	105	03
732	84	499	68	340	52	232	36	158	20	107	04
750	85	511	69	348	53	237	37	162	21	110	05
768	86	523	70	357	54	243	38	165	22	113	06
787	87	536	71	365	55	249	39	169	23	115	07
806	88	549	72	374	56	255	40	174	24	118	08
825	89	562	73	383	57	261	41	178	25	121	09
845	90	576	74	392	58	267	42	182	26	124	10
866	91	590	75	402	59	274	43	187	27	127	11
887	92	604	76	412	60	280	44	191	28	130	12
909	93	619	77	422	61	287	45	196	29	133	13
931	94	634	78	432	62	294	46	200	30	137	14
953	95	649	79	442	63	301	47	205	31	140	15
976	96	665	80	453	64	309	48	210	32	143	16

معامل الضرب	الكود
0.001	Z
0.01	Y/R
0.1	X/S
1	A
10	B/H
100	C
000 1	D
000 10	E
000 100	F

وهناك جداول أكواد أخرى للمقاومات السطحية التي لها نسب خطأ أعلى من ±1 %. ويجدر الانتباه إلى أن بعض الشركات تستخدم أنظمة خاصة بها.

طريقة قياس المقاومات:

- تقاس المقاومات بجهاز الأوميتر (عملياً: نضبط جهاز الملتميتر الرقميّ (DMM) على وضعيّة قياس المقاومات، فيعمل الجهاز وكأنه أوميتر). إذا لم نحصل على أية قراءة على الجهاز ننتقل إلى مدى قياس أوسع، وهكذا. أما إذا كانت في المقاومة قطع من الداخل (Open circuit) فلن نحصل على أية قراءة مهما زدنا في مدى القياس لجهاز الملتميتر.

تنبيه: لا يمكننا قياس قيمة المقاومة إذا كانت ضمن دارة كهربائيّة، بل لا بد في هذه الحالة أن يتم فصل أحد أطرافها على الأقل، لكي تقاس خارج الدارة. وعند القياس يتم وضع طرفي جهاز القياس على طرفي المقاومة دون إمساكهما بكلتا اليدين معاً (لماذا؟).

طريقة اختيار المقاومات:

يعتمد اختيار المقاومات على قدرتها، حيث ستجد مقاومات ذات أحجام مختلفة، ولكن لها نفس قيمة المقاومة. فكلما زادت القدرة زاد حجم المقاومة، وقيمة القدرة تعتمد على قيمتي التيّار والجهد المستخدمين.

نشاط (3) أثناء قيامي بتجربة في المشغل، احتجت مقاومة قيمتها $2K\Omega$ غير متوفرة في المشغل، ويتوفر في المشغل مجموعة من المقاومات بقيم وأعداد مختلفة كالتالي:

المقاومة	العدد
$1.4\ K\ \Omega$	2
$400\ \Omega$	3
$2.6\ K\ \Omega$	2
$500\ \Omega$	1

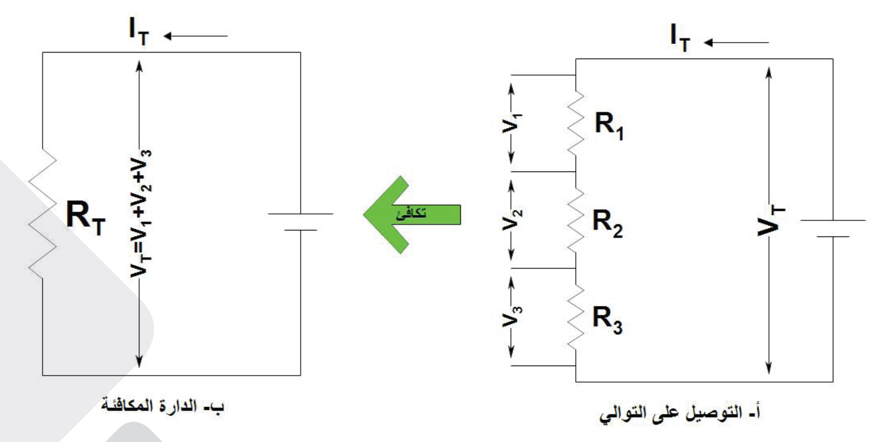
- كيف يمكن الحصول على المقاومة المطلوبة؟

تتعطل المقاومة عادة نتيجة زيادة التيار المار عبرها عن الحد المسموح به، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها إلى الحد الذي ينقطع معه السلك المكون للمقاومة السلكية أو تتفتت المقاومة الكربونية. ينتج من تعطل المقاومة دارة مفتوحة في مكانها، ويتم اكتشاف عطل المقاومة بقياس قيمتها باستخدام الأوميتر، بعد فصل مصدر التغذية عن الدارة وفصل أحد أطراف المقاومة. وهناك عطل آخ يسمى تغير القيمة نتيجة للاستعمال المتكرر، حيث ترتفع قيمة المقاومة دون أن تحترق. يجب استبدال المقاومة التالفة بأخرى لها نفس المواصفات من حيث القيمة بالأوم والقدرة القصوى بالواط.

طرق توصيل المقاومات:

- **توصيل المقاومات على التوالي (Series)**

الغرض من توصيل المقاومات على التوالي كما هو موضَّح في الشكل (16): الحصول على مقاومة كبيرة من توصيل عدة مقاومات صغيرة.



شكل (16): توصيل المقاومات على التوالي

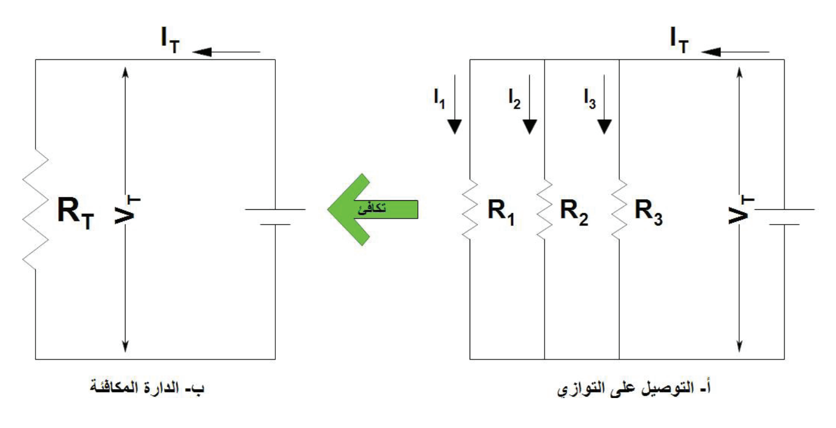
- **عندما توصل مجموعة من المقاومات على التوالي فإن:**
- التيّار يكون ثابتاً: $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = ...I_n$

- الجهد يتجزأ: $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots\dots\dots + V_n$
- **المقاومة الكلية:** هي مجموع المقاومات، وتكون الصيغة كما يأتي:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \;\; R_4 + \dots\dots\dots + R_n$$

- **توصيل المقاومات على التوازي (Parallel)**

الغرض من توصيل المقاومات على التوازي كما هو موضَّح في الشكل (17): الحصول على مقاومة صغيرة من توصيل عدة مقاومات كبيرة.



شكل (17): توصيل المقاومات على التوازي

عندما توصل مجموعة من المقاومات على التوازي فإن:

التيّار يتجزأ: $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots\dots\dots \; I_n$

الجهد يكون ثابتاً: $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots\dots\dots = V_n$

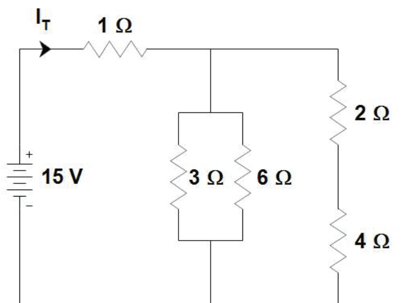
المقاومة الكلية: هي مقلوب مجموع المقاومات وتكون الصيغة كما يأتي:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n}$$

وفي حالة توصيل مقاومتين فقط يمكن استخدام القانون التالي:

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

توصيل المقاومات المركب



شكل (18): التوصيل المركب للمقاومات

نشاط (4) بالنظر إلى الدارة المبيّنة في الشكل (18)، المطلوب:

- حساب المقاومة الكلية.
- هل الجهد على المقاومة (3Ω) مساوياً الجهد على المقاومة (6Ω).

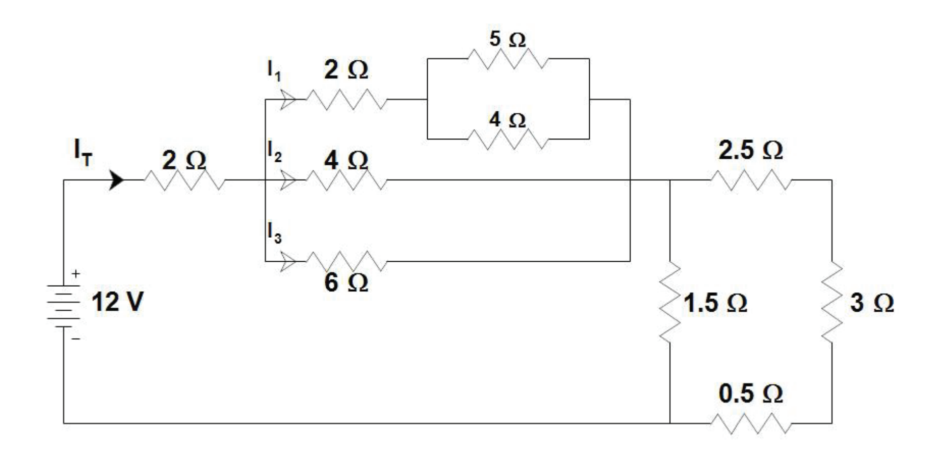


نشاط (5)



من الدارة الممثلة في الشكل (19)، المطلوب:

- حساب المقاومة الكلية.
- هل الجهد على المقاومة (2.5Ω) مساوياً الجهد على المقاومة (3Ω).



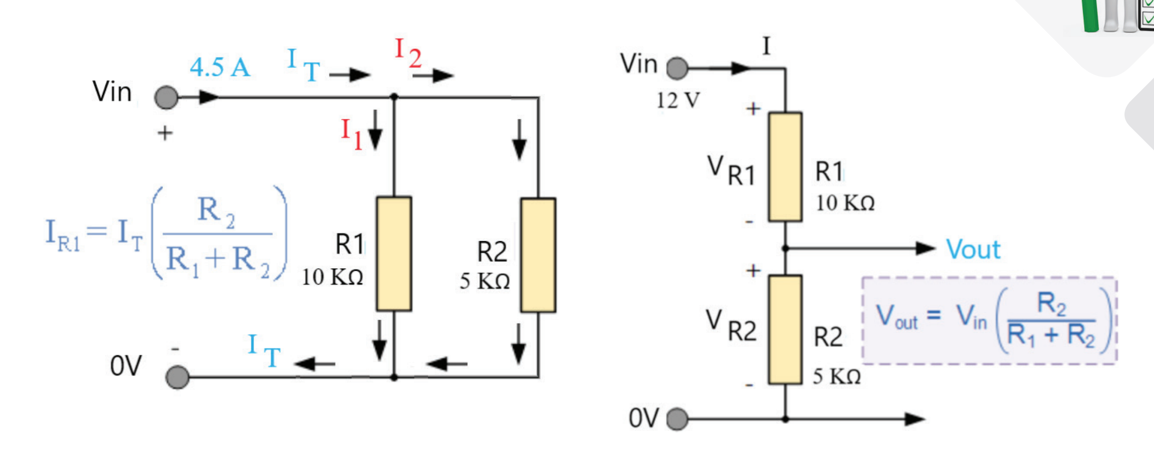
شكل (19): التوصيل المركب للمقاومات

نشاط (6)



مستعيناً بشبكة الإنترنت ناقش الهدف من استخدام التوصيل المركّب للمقاومات.

نشاط (7) استخدم مبدأ توزيع الفولتيّة ومبدأ توزيع التيّار لحساب قيم التيّارات والجهود في الدّارتين التاليتين (شكل 20):



شكل (20): مبدأ توزيع الفولتية ومبدأ توزيع التيار

أ- مبدأ توزيع الفولتيّة: عند وصل مقاومتين على التوالي فإن الفولتيّة الكليّة (V_T) تتوزّع بينهما بحيث تحصل المقاومة الكبرى على الحصّة الكبرى من الفولتيّة (وذلك حسب نسبتها إلى مجموعهما).

أي أن:

$$V2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_T \quad ، \quad V1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * V_T$$

ج- مبدأ توزيع التيّار: عند وصل مقاومتين على التوازي فإن التيّار الكلّي (I_T) يتوزّع بينهما بحيث تحصل المقاومة الصُّغرى على الحصّة الكبرى من التيّار (وذلك حسب نسبة المقاومة الأخرى إلى مجموعهما). أي أن:

$$I2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * I_T \quad ، \quad I1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * I_T$$

سؤال: هل ينطبق كل من المبدأين في حالة وصل عدّة مقاومات على التوالي او التوازي؟ وضّح.

نشاط (8) مقاومة سلك موصل



1- خذ قطعة من السلك الموصل الرَّفيع (ذات سماكة محدَّدة) طولها 10م، ثم قم بقياس مقاومة القطعة مستخدماً ساعة الفحص الرقميَّة (DMM)، وسجّل النتيجة.

2- خذ قطعة أخرى من نفس النَّوع من الأسلاك طولها 20م وقم بقياس مقاومتها. ماذا تلاحظ؟

3- قم بتعرية قطعتين من نفس النوع من الأسلاك ثم اجدلهما معاً لتشكيل موصل واحد، ثم قم بقياس المقاومة. ماذا تلاحظ الآن؟

هل النتائج التي حصلت عليها تنسجم مع العلاقة التي توضّح مقاومة الأسلاك الموصلة (شكل 21)، وهي كما يلي:

$$R = \rho * \frac{l}{A}$$

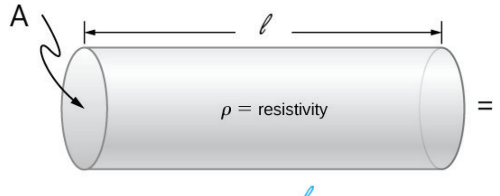
حيث:

R: مقاومة السّلك الموصل (بالأوم Ω).

ρ: المقاومة النوعيّة لمادَّة الموصل (بالأوم متر Ω.m)، وهي تختلف من مادَّة لأخرى.

l: طول السّلك (بالمتر m).

A: مساحة مقطع السّلك (بالمتر المربَّع m^2).



شكل (21): العلاقة الرياضية والعوامل التي تعتمد عليها مقاومة سلك موصل

ويبين جدول (1): المقاومة النوعيّة لبعض الموادّ الموصلة عند درجة حرارة 20ºم.

جدول (1): المقاومة النوعية لبعض المواد الموصلة عند درجة حرارة 20ºم

المادة	المقاومة النوعية (Ω.m)
الفضة	1.59×10^{-8}
النحاس	1.68×10^{-8}
الذهب	2.44×10^{-8}
الألمنيوم	2.65×10^{-8}
الحديد	9.71×10^{-8}



3-1 الموقف التعليمي التعلمي الثالث:

استخدام لحام القصدير في بناء الدارات الكهربائية وصيانتها

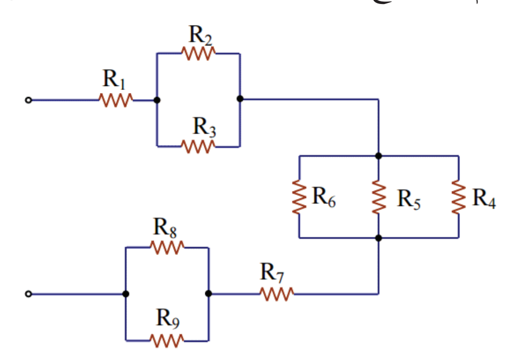
وصف الموقف التعليمي التعلّمي: حضر أحد الزبائن إلى ورشة صيانة أجهزة الهاتف لإصلاح هاتفه الأرضي الذي تعطل بسبب فصل في نقطة توصيل السماعة مع اللوحة الداخلية، مشتكياً من عدم سماع نغمة الحرارة.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحللّها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • سبب حدوث العطل. • سماع أو عدم سماع نغمة التنبيه. • سماع أو عدم سماع نغمة الحرارة. • أجمع البيانات عن: • اللحام بالقصدير وأنواع الكاويات. • استخدام كاوي لحام القصدير. • الأدوات اللازمة لع ملية لحام القصدير. • الأدوات اللازمة لفك لحام القصدير.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة.	• الوثائق: طلب الزبون، كتالوجات أنواع الكاويات ومواصفاتها الفنية. • التكنولوجيا: الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات (لحام القصدير، ألواح الفيبر، فك اللحام، نقطة اللحام الجيدة، العدد المستخدمة). • تحديد خطوات العمل: • العدد والأدوات اللازمة. • سماكة سلك القصدير المناسب. • خطوات تنفيذ عملية اللحام.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، المواصفات الفنية للكاوي وسلك القصدير. • التكنولوجيا: شبكة (الإنترنت).

أنفّذ	• تحضير العدد والأدوات المناسبة لعملية اللحام وفك اللحام وتنظيف الكاوي. • تنظيف البورد من الشحوم والأتربة. • وصل الكاوي بالكهرباء ووضعه ع الحامل. • تثبيت العنصر المراد لحامه وذلك بثني أطرافه بعد إدخالها في البورد. • أمسك الكاوي بيدك كما تمسك القلم بينما تمسك سلك اللحام باليد الأخرى. • حين يكتسب الكاوي حرارته ضع رأس الكاوي ملامساً لسطح البورد ولطرف العنصر المراد لحامه معاً ثم قرّب سلك اللحام من نفس النقطة. • استمر حتى يبدأ القصدير بالذوبان ويشكّل حلقة هرمية حول طرف العنصر. • أبعد القصدير ثم الكاوي عن نقطة اللحام، ويجب أن تكون كمية القصدير متناسبة مع حجم النقطة • تستغرق عملية اللحام ثواني معدودة حتى لا يتلف العنصر بالحرارة. • قم بإزالة الأجزاء الزائدة من أطراف العنصر بواسطة القطاعة. • عند لحام النقاط المتجاورة احذر من حدوث قصر short بينها. • تجنب الأبخرة الصاعدة من انصهار القصدير. • بعد الانتهاء افصل التيار الكهربائي عن الكاوي.	• العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: لوح فيبر، كاوي لحام القصدير، عراية سلك، شافط لحام، سلك قصدير، مقاومات بأنواع مختلفة، أسلاك نحاسية ملائمة. • التكنولوجيا: فيديوهات تعليمية حول عملية لحام القصدير وصور لنقطة اللحام الجيدة.
أتحقّق	• أتحقق من جودة نقاط اللحام. • أتحقق من سلامة التوصيلات. • أتحقق من فصل الكهرباء عن الكاوي ووضعه في الحامل بعد الانتهاء.	• البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنية المزودة من الشركة الصانعة. • أجهزة ومعدات: DMM • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّق، وأقدّم	• توثيق طريقة اللحام بالقصدير والأمور الواجب مراعاتها. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (استخدام لحام القصدير في بناء الدارات وصيانتها).	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• رضا الزبون عن نتيجة اللحام وعمل الجهاز. • مطابقة المعايير لعملية لحام الدارة الإلكترونية. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• الحوار والمناقشة.	• الوثائق: مواصفات الكاويات من الشركة الصانعة، مواصفات نقطة اللحام الجيدة. • التكنولوجيا: الإنترنت.

الأسئلة:

1- باستخدام أدوات اللحام اللازمة قم بتجميع اللوحة الإلكترونية الآتية (شكل 1) على لوح الفيبر؟



شكل (1): دارة من المقاومات مطلوب تجميعها باستخدام لحام القصدير

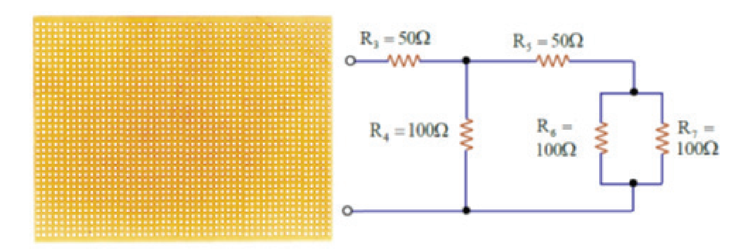
2- كيف يتم فحص وتمييز نقاط اللحام الجيدة؟

3- قم بفك إحدى المقاومات باستخدام شافط اللحام وأخرى باستخدام الشريط النحاسي؟



أتعلَّم: اللِّحام بالقصدير (Soldering with tin wire)

نشاط: أمامك دارة (شكل 2) يراد توصيلها على لوحة من الفيبر. ما الأدوات والأجهزة التي تلزمك لذلك؟



شكل (2): دارة مقاومات للتجميع على لوح مثقب من الفيبر

مادة اللحام (Solder)



شكل (3): بكرة سلك لحام القصدير

اللحام هو عملية توصيل المواد المعدنية باستخدام معدن إضافي تحت تأثير حرارة مرتفعة تجعل من نقطة اللحام نقطة ربط ميكانيكي وتوصيل كهربائي بين الأجزاء المعدنية.

ونظراً لليونة الشديدة للقصدير تستخدم في لحام الدارات الإلكترونية سبائك مكونة أساساً من القصدير والرصاص بنسب مختلفة أشهرها السبيكة 40/60 (بنسبة

60% قصدير + 40% رصاص) لأنها تنصهر وتنساب بسرعة عند درجات حرارة منخفضة (حوالي 183º م) مقارنة بالأنواع التي تقل فيها نسبة القصدير.

يعتبر الرصاص من الفلزات السامة لذلك وفي حالة الاستخدام الكثير يفضل استخدام سبائك القصدير الخالية من الرصاص (Lead Free) بالرغم من حاجتها إلى درجات حرارة أعلى لانصهارها وكذلك صعوبة انسيابها مما يجعل نقطة اللحام أقل متانة.

توجد مادة اللحام على شكل بكرات سلكية كما في شكل (3) حيث يأخذ السلك أقطاراً مختلفة (0.3 ملم، 0.6 ملم، 0.8 ملم، 1.2 ملم ... وغيرها). وتعتبر السماكة 0.8 ملم مناسبة لمعظم الحالات بينما تفضل الأسلاك ذات القطر الصغير في لحام العناصر الإلكترونية سطحية التركيب SMD.

مساعد اللحام (Flux)

تحت ظروف التسخين لسطح المعدن المراد لحامه يتعرض هذا المعدن للأكسدة بسبب تفاعله مع أوكسجين الهواء المحيط به، وتمنع طبقة الأكسيد المتكومة عملية ترطيب السطح وانتشار مادة اللحام عليه. وتتلخص مهمة مساعد اللحام Flux في منع حدوث هذه الحالة وإذابة طبقة الأكسيد المتكونة.

ويجب أن تكون كثافة مساعد اللحام أقل من كثافة مادة اللحام نفسها، كما يجب أن يتوافق مساعد اللحام مع كل من مادة اللحام، والمعادن المراد ربطها، ودرجة حرارة العمل، ومتطلبات نقطة اللحام.

كاوي اللحام (Soldering Iron)

كاوي اللحام الكهربائي هو أداة المصدر الحراري المستخدم من أجل لحام العناصر الإلكترونية في الدارات.

ويتكون كاوي اللحام كما في الشكل (4) من الأجزاء التالية:

1- رأس الكاوي: يصنع عادةً من النحاس ويكون ثلثاه داخل الملف الحراري لتسخينه. يتم تثبيته بوساطة برغي حتى يمكن إخراجه من آن لآخر لتنظيفه أو استبداله أو إعادة تشكيله بمبرد ناعم.

2- الملف الحراري: وهو سلك حراري من النيكروم يوضع داخل الأسطوانة معزولًا عن جسمها المعدني ويمر فيه التيار الكهربائي اللازم للتسخين. وقدرة الكاوي هي القدرة المسحوبة في ملفه الحراري (فهناك مثلاً كاويات قدراتها: 120W، 85W، 50W، 20W، ...)

3- الأسطوانة: يثبت في طرفها الأمامي قطعة معدنية ذات برغي لتثبيت رأس الكاوي، وتغلف من الداخل بورق حراري لعزل الملف الحراري كهربائياً وحرارياً. ويتم تثقيب طرفها القريب من المقبض لتبديد الحرارة حتى لا تسبب إتلاف المقبض والوصلات السلكية.

4- المقبض: يصنع من البلاستيك أو الخشب وتثبت في مقدمته الأسطوانة المعدنية. كما يوجد خلاله تجويف محوري يتم فيه التوصيل الكهربائي للملف الحراري.

5- الوصلة الكهربائية: لتوصيل الكاوي بمصدر الفولتية العمومية.



شكل (4) أجزاء كاوي اللحام

شكل (5): حاملات كاوي اللحام بأشكال مختلفة

حامل الكاوي (Iron Holder)

يستخدم حامل الكاوي (شكل 5) لوضع كاوي اللحام عليه بالإضافة إلى إسفنجة تستخدم بتنظيف رأس الكاوي. وهو يحميك من حرارة الكاوي أثناء انشغالك كما يحمي طاولة العمل أثناء عدم استعمال الكاوي.

بينما يظهر شكل (6) أنواعاً متعددة أخرى من كاويات لحام القصدير.



وحدة كاوي لحام بقدرة ثابتة

وحدة كاوي لحام متعددة القدرات

وحدة كاوي لحام رقمية (Digital)

كاوي لحام على شكل فرد

شكل (6): أنواع أخرى من كاويات لحام القصدير

عملية اللحام بالقصدير (Tinning Process)

للقيام بعملية لحام ناجحة تتبع الخطوات التالية:

1- تنظيف منطقة اللحام من الغبار والأكاسيد والشوائب.

2- طلاء كل من رأس الكاوي والأطراف المعدنية المراد لحامها بطبقة رقيقة من القصدير، حيث:

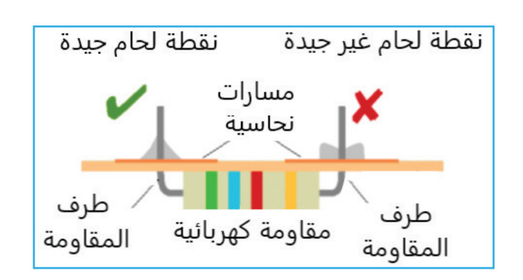
أ- الطلاء بالقصدير يساعد مادة اللحام المنصهرة في الانتشار على الأسطح المراد لحامها.

ب- ينصهر قصدير الطلاء الموجود على كافة أطراف اللحام بسهولة ويندمج مكوناً نقطة ربط بينها.

3- تجميع الأطراف المراد لحامها مع سلك اللحام في نقطة عمل واحدة.

4- تطبيق الحرارة من رأس الكاوي على نقطة العمل للحصول على انصهار جيد لمادة اللحام.

ويلاحظ هنا أن نقطة اللحام الجيدة هي النقطة المخروطية ذات السطح الهرمي اللامع. لاحظ أشكال نقط اللحام في الشكل (7).



شكل (7): نقطة اللحام الجيدة وغير الجيدة



شكل (8): معجون تنظيف رأس الكاوي

أمور يجب مراعاتها عند إجراء عملية اللحام:

1- عدم إمساك الأطراف المراد لحامها باليد تجنباً لحرارتها، حيث يتوجب إمساكها بالزرادية أو الملقط.

2- تصنع القطع الإلكترونية غالباً بحيث تتحمل درجة حرارة 260º م لمدة لا تزيد عن 4 ثوان، لذلك فإن تطبيق حرارة الكاوي على طرف أية قطعة لأكثر من 10 ثوان قد يسبب تلفها.

3- بعد كل مرة لحام يجب وضع الكاوي في المكان المخصص (على الحامل) تفادياً للإمساك الخاطئ.

4- لحام نقط التوصيل يتم بين طرف توصيل وطرف سلكي ولا ينصح بلحام سلك مع سلك.

5- عدم تحريك الأطراف أثناء عملية اللحام حتى لا ينتج تصدع في نقطة اللحام.

6- لا ينبغي النفخ بالفم في نقطة اللحام لتبريدها.

7- تنظيف رأس الكاوي بإحدى الطرق التالية:

- استخدام معجون التنظيف Tip Tinner/ Cleaner وهوعبارة عن معجون كيميائي يحتوي على حامض ضعيف يساعد على إزالة البقايا العالقة على رأس الكاوي كما يساعد على حمايته من الأكسدة في حال عدم استعماله، شكل (8).
- مسح رأس الكاوي على إسفنج خاص (إسفنجة نحاسية) أو إسفنجة عادية مبللة بالماء.

8- يمنع استنشاق الأبخرة المنبعثة من الكاوي كما يجب غسل اليدين بعد الانتهاء من عملية اللحام.

فك نقط اللحام (Desoldering)

أدوات فك اللحام:




شكل (9): أ- شافط لحام القصدير ب- شريط إزالة لحام القصدير

1- شافط اللحام: تستخدم هذه الأداة (شكل 9 - أ) عند الرغبة بإزالة قطعة إلكترونية أو سلك تم تلحيمه حيث يتم إزالة القصدير (مادة اللحام) من نقطة اللحام. حيث يتم شفط القصدير بعد صهره بالكاوي لنزع العنصر الإلكتروني القديم وتركيب آخر جديد.

2- شريط إزالة اللحام: هو عبارة عن شريط من سلك نحاسي (شكل 9 - ب) يقوم بامتصاص اللحام المنصهر وذلك تحت تأثير الكاوي على أحد وجهي الشريط بينما يلامس وجهه الآخر نقطة اللحام. ويمكن تكرار العملية عدة مرات مع الحذر من تعريض اللوحة والقطع الإلكترونية لحرارة الكاوي لفترات طويلة.

الأدوات والعدد اليدوية المساعدة (Tools):

ويبين الشكل (10) عدداً من الأدوات المساعدة التي تلزمنا عند بناء الدارات ولحامها على ألواح الفيبر:

الماسك ذو العدسة المكبرة: لتثبيت اللوحات أثناء العمل كما تساعد العدسة في التأكد من سلامة وصلات اللحام وعدم تلامس أجزاء الدارة.

قطاعة الأسلاك: لقطع الأسلاك ولقطع أطراف القطع الإلكترونية.

عراية الأسلاك: تستخدم لتعرية الأسلاك النحاسية وقطعها وذلك بوضع رأس السلك المراد تعريته حسب حجمه والضغط عليه مع السحب لتعرية الجزء المطلوب. ويلاحظ وجود برغي الضبط للتحكم في فتحة العراية حسب قطر السلك، أما إذا أريد لها القطع فإن الفتحة تُغلق تماماً باستخدام البرغي.

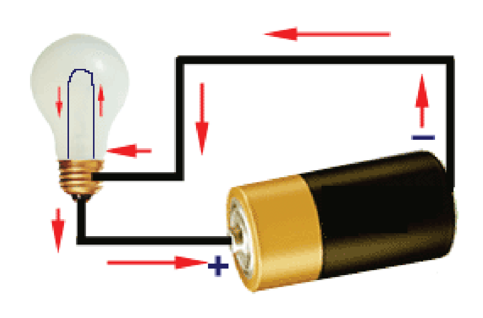
الملاقط: لالتقاط الأجزاء والقطع الصغيرة، ويوجد منه عدة أشكال.



شكل (10): أ- ماسك ذو عدسة مكبرة ب- قطاعة سلك ج- عراية سلك د- ملاقط

1 - 4 الموقف التعليمي التعلّمي الرابع:

فحص وقياس الجهد والتيّار الكهربائيّ



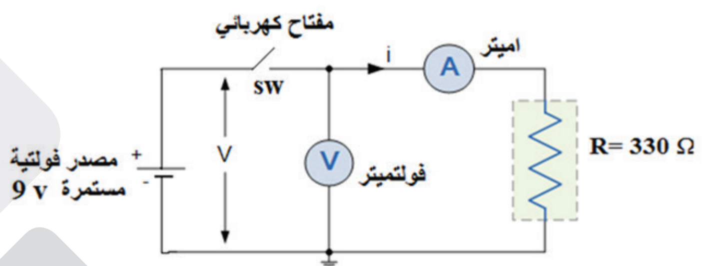
وصف الموقف التعليمي التعلّمي: قدّم أحد الزبائن نموذجاً بدائياً مقترحا لدارة كهربائيّة بسيطة لاستخدامها كوسيلة تعليميّة، وطلب إعادة بناء النموذج، بحيث يظهر عليه المكوّنات الأساسيّة للدارة الكهربائيّة، بالإضافة إلى استخدامه لشرح الكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة من جهد، وتيّار، وحمل كهربائيّ (مقاومة)، وقياس قيم هذه الكمِّيّات عند حمل محدّد.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • الدارة الكهربائية المطلوبة • الغرض من هذه الدارة الكهربائية • جمع بيانات عن: • العناصر والمواد اللازمة لبناء الدارة الكهربائية البسيطة • أساسيات الدارات الكهربائية البسيطة ومخطط توصيلها الكهربائي. • الكميات الكهربائية الاساسية (جهد، تيار، حمل) • طريقة قياس الكميات الكهربائية الاساسية (جهد، تيار، حمل)	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي، كتب علمية متخصصة وكتالوجات حول اساسيات بناء الدارات الكهربائية البسيطة، نماذج التوثيق). • التكنولوجيا: (مواقع الكترونية على الانترنت وفيديوات عن الكهرباء والالكترونيات البسيطة).

أخطّط وأقرّر	• اصنف البيانات عن (الدارة الكهربائية البسيطة). • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها من المرحلة السابقة. • رسم مخطط الدارة الكهربائية البسيطة. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل العمل لبناء الدارة و قياس الكميات الكهربائية الاساسية (جهد، تيار، حمل).	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (مخطط الدارة الكهربائية، البيانات التي تم جمعها، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).
أنفّذ	• اوزع العدد والمواد والاجهزة. • ابدأ بتوصيل الدارة ومن ثم اخذ القراءات المطلوبة بخطوات متسلسلة كالآتي: • تنفيذ الدارة الكهربائية البسيطة، شكل (1)، على لوحة توصيل (Breadboard) لاغراض التجريب. • ضبط ساعة القياس الرقمي DMM لأخذ القراءات المطلوبة. • أخذ قراءات الفولتية والتيار. • اعادة تنفيذ الدارة الكهربائية البسيطة، شكل (1) على لوحة فايبر باستخدام كاوي اللحام والقصدير. • استخدام كاوي لحام القصدير بحذر، والحرص على جودة اللحام وتجنب وجود أي دارة قصر بين أطراف عناصر اللوحة. • القيام بالحسابات اللازمة لاثبات قانون اوم.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • .عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة).	**اجهزة ومعدات:** • ادوات السلامة العامة (كمامة، كفوف، ...الخ). • القطع الالكترونية المطلوبة. • أجهزة التغذية والقياس الالكترونية. • بطارية او مصدر تغذية مستمرة. • جهاز DMM. • لوحة تجميع عناصر الكترونية (لوحة فايبر او Breadboard). • كاوي وسلك لحام (قصدير). • أسلاك توصيل باطوال مناسبة. • التكنولوجيا: (الشبكة الالكترونية (الانترنت)).

أتحقق	• أتحقق من: (متابعة قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل في أنفذ). • اتاكد من عمل الدارة الكهربائية ومن دقة الحسابات لاثبات قانون اوم).	• البحث العلمي.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، كتالوجات وكتيبات تركيب الدارات الكهربائية). • اجهزة ومعدات: (ساعة قياس رقمية DMM). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بتركيب الدارات الكهربائية).
أوثّق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا، ادوّن النتائج والرسومات والملاحظات المختلفة عن بناء دارة كهربائية لفحص وقياس الجهد والتيار الكهربائي). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة (فحص وقياس الجهد والتيار الكهربائي).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• رضا الزبون وموافقته على بناء الدارة الكهربائية بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة تركيب الدارة الكهربائية للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، مواصفات الدارة الكهربائية، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).

المخطّط الكهربائيّ



شكل (1): قياس الجهد والتيّار في الدارة الكهربائيّة البسيطة

الأسئلة:

1- فسّر لماذا يوصل الأميتر على التوالي، بينما يوصل الفولتميتر على التوازي في الدارات الكهربائيّة؟

2- هل تؤثّر زيادة أو تخفيض قيم الحمل الكهربائيّ (المقاومة) على قيمة التيّار المارّ في الدارة؟ علّل إجابتك؟

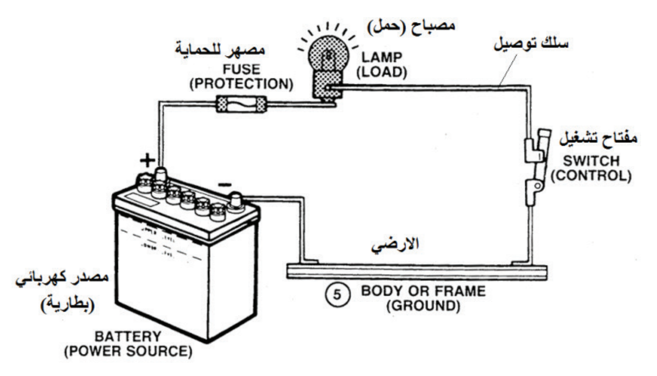


أتعلَّم:

قانون أوم والكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة



نشاط (1) درست في سنوات سابقة الدارة الكهربائيّة البسيطة. لاحظ الشكل (2) ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



شكل (2): مكوّنات دارة كهربائيّة بسيطة

1. ما المكوّنات الأساسيّة للدارة الكهربائيّة البسيطة كما تظهر في شكل (2)؟
2. من أين يمكن أن نحصل على الفولتيّة المستمرّة؟
3. ما وظيفة المصهر (Fuse) في الدارة؟
4. ما المقصود بالجهد والتيّار؟ وما وحدة قياس كلّ منهما؟
5. هل هناك علاقة تربط الجهد والتيّار ومقاومة الحمل في الدراة الكهربائيّة البسيطة؟ إذا كانت الإجابة بنعم، فما اسمها؟

قانون أوم

يوضّح قانون أوم العلاقة التي تربط الكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة الثلاث (الجهد والتيّار والمقاومة) بعضها مع بعض؛ لذا، علينا التعرّف إلى مفاهيم الجهد والتيّار والمقاومة ووحدات قياسها؛ لنتمكن من فهم قانون أوم، ومن ثمَّ البدء بعمليّة قياس هذه الكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة . انظر شكل (2) الكمِّيّات الكهربائيّة الأساسيّة

أ- الجهد (Voltage)

هو الشُّغل المبذول على وحدة الشّحنات والذي يتسبَّب في سريان التيّار الكهربائيّ في دارة كهربائيّة مغلقة مروراً بالحمل، ويقاس الجهد بوحدة الفولت (v) باستخدام جهاز الفولتميتر، ويرمز له بالحرف (V).

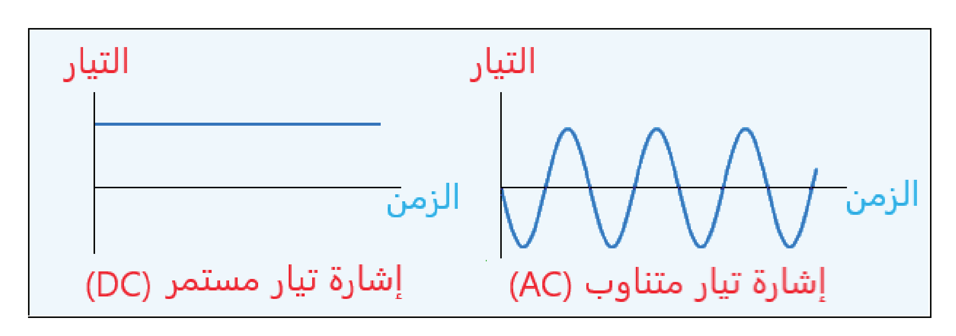
ب- التيّار (Current)

يعرّف التيّار بأنه سريان الإلكترونات الحرة في الموصل تحت تأثير جهد المصدر (بطّاريّة أو مولّد)، ويقاس بوحدة الأمبير (A) باستخدام جهاز الأميتر، ويرمز له بالحرف (I).

وهنا ينبغي التفريق بين نوعين من أنواع التيّار هما:

التيّار المستمرّ (Direct Current - DC): هو التيّار الَّذي تبقي قيمته واتجاهه ثابتين مع مرور الزمن.

التيّار المتناوب (Alternating Current - AC): هو التيّار الَّذي تتغير قيمته واتجاهه تغيراً دورياً مع مرور الزمن. انظر شكل (3)



شكل (3): شكل إشارتي التيّار المستمرّ والتيّار المتناوب

ج- الحمل الكهربائيّ (Electrical Load)

هو واحد أو أكثر من الأجهزة والمعدات المستهلكة للطاقة الكهربائيّة مثل: المحرّكات، والمصابيح، والأجهزة الإلكترونيّة، وأحياناً يتمّ تمثيلها بمقاومات كهربائيّة مكافئة، يرمز لها بالرمز (R)، وتقاس بوحدة الأوم (Ω) باستخدام جهاز الأوميتر.

نص قانون أوم

ينص قانون أوم على "أن شدّة التيّار الكهربائيّ المارّ في دارة كهربائيّة مغلقة تتناسب طرديّاً مع فرق الجهد بين طرفي الحمل، وعكسيّاً مع مقاومته" أي أن:

التيّار = الجهد ÷ المقاومة أو $I = \frac{V}{R}$

ويقاس التيّار بالأمبير (A)، والفولتيّة بالفولت (V)، والمقاومة بالأوم (Ω).

مثال:

احسب فرق الجهد الكهربائيّ بين طرفي مقاومة كهربائيّة قيمتها ($R = 500\Omega$) إذا كانت قيمة التيّار المارّ فيها تساوي ($I = 10mA$).

الحل:

$$V = I \times R = (10\times10^{-3}) \times 500 = 5v$$



سؤال:

وصل حمل كهربائيّ مقاومته (6) أوم بين قطبي مصدر كهربائيّ قوته الدافعة (12) فولت. احسب قيمة التيّار المارّ في الحمل. وإذا استبدل الحمل بآخر مقاومته (12) أوم، ثم وصل بالمصدر نفسه، فكم ستبلغ قيمة التيّار المارّ فيه؟ قم بتسجيل ملاحظاتك حول العلاقة بين مقاومة الحمل وقيمة التيّار المارّ فيه.



نشاط (2) **قانونا كيرشوف**

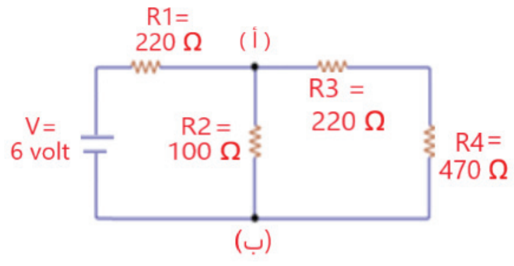
ينص **قانون كيرشوف الأول** على أن: "مجموع التيارات الكهربائية الداخلة إلى أية نقطة في دارة كهربائية يساوي مجموع التيارات الكهربائية الخارجة منها".

وينص **قانون كيرشوف الثاني** على أن: "مجموع فروق الجهد بين نقطتين في دارة كهربائية عبر أي مسار بين النقطتين يساوي مجموع فروق الجهد بين النقطتين عبر أي مسار آخر بينهما".

1- ابحث عن الصيغ الرياضية لكلا القانونين.

2- قم ببناء الدارة الكهربائية شكل (4) وتحقق بالقياس من صحة قانون كيرشوف الأول عند النقطة (أ) وصحة قانون كيرشوف الثاني حول أي مسار بين النقطتين (أ) و (ب).

3- يمكنك استخدام إحدى برمجيات محاكاة الدارات الكهربائية مثل (Circuit Maker) أو (Work Bench) أو (Crocodile Physics) أو غيرها لهذا الغرض.



شكل (4): تطبيق قانوني كيرشوف عملياً

1-5 الموقف التعليمي التعلّمي الخامس:

قياس القدرة والطاقة الكهربائيّة المستهلكة وعناصرها



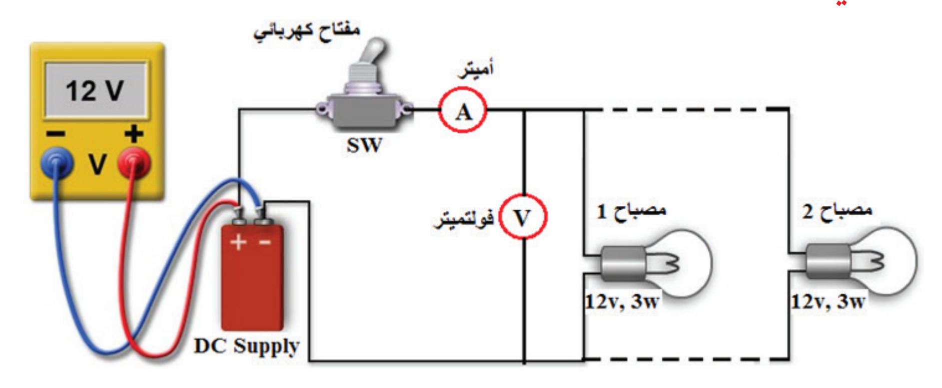
وصف الموقف التعليمي التعلّمي: أحضر أحد الزبائن (تاجر) جهاز إنارة كهربائيّ ذا مصباحين يعمل بالبطّاريّات، واشتكى الزبون من عدم وجود أي معلومات تبيِّن مقدار القدرة الكهربائيّة أو الطاقة التي يستهلكها الجهاز الأمر الّذي يربكه أمام الزبائن، علماً بأنه قد اشترى كمّيّة من هذه المصابيح، فاقترح عليه فني الصيانة عرضاً ببناء دارة بسيطة لقياس القدرة الكهربائيّة للجهاز، ومعرفة الطاقة الكهربائيّة المستهلكة في الجهاز خلال زمن محدّد.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • عدد ساعات التشغيل التي يرغب بحساب استهلاك الطاقة فيها، وتحديدها بثلاث ساعات. • القدرة الكهربائية لجهاز الانارة والطاقة التي يستهلكها الجهاز في زمن محدد. • جمع بيانات عن: • القدرة الكهربائية، وعلاقتها بالطاقة المستهلكة وتحليلها. • المخطط الكهربائي المطلوب لبناء دارة قياس القدرة. • العناصر والمواد اللازمة لبناء الدارة الكهربائية المطلوبة لقياس القدرة، ومواصفاتها.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي، كتب علمية متخصصة وكتالوجات حول أساسيات بناء دارة قياس القدرة، نماذج التوثيق). • التكنولوجيا: (مواقع الكترونية على الانترنت وفيديوات عن الكهرباء والالكترونيات البسيطة).
أخطّط وأقرّر	• اصنف البيانات عن (قياس القدرة والطاقة الكهربائية المستهلكة وعناصرها) • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها. • رسم مخطط الدارة الكهربائية لقياس القدرة. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل بناء دارة قياس القدرة. • اعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحواروالمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• الوثائق: (مخطط الدارة الكهربائية لقياس القدرة ، البيانات التي تم جمعها، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفّذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة. • ابدأ بتوصيل الدارة ومن ثم اخذ القراءات المطلوبة بخطوات متسلسلة كالآتي: • اوصّل دارة قياس القدرة، شكل (1). • اضبط ساعتي القياس الرقمي (DMM) لقياس الجهد والتيار (DC) قبل توصيلها بالكهرباء. • اغلق المفتاح الكهربائي S1. • آخذ قراءات الفولتية والتيار. • اضيف مصباحاً آخر (بنفس المواصفات). • آخذ قراءات الفولتية والتيار مرة أخرى. • اقطع التغذية الكهربائية عن المصباحين بفصل (فتح) المفتاح الكهربائي S1. • احسب القدرة المستهلكة في المصباح الأول فقط. ثم حساب القدرة المستهلكة في المصباحين معاً. • اقارن قيمة القدرة المستهلكة في مصباح واحد مع القدرة المستهلكة في مصباحين. • احسب الطاقة المستهلكة في المصباحين عند تشغيلهما لمدة ثلاث ساعات. • ادوّن جميع القيم المقيسة و تسجيل الملاحظات والاستنتاجات وفقاً للنتائج والحسابات في كل حالة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة).	**اجهزة ومعدات:** • القطع الإلكترونية المطلوبة (مصباحين (12v, 3W, 48Ω). • مفتاح كهربائي مفرد. • أجهزة التغذية والقياس الإلكترونية (مصدر فولتية كهربائية مستمرة (1-30) فولت، وجهازي DMM). • لوحة تجميع عناصر إلكترونية (لوحة فايبر او Breadboard). • اسلاك معزولة للتوصيل، باطوال مناسبة. • جداول تسجيل القراءات والاستنتاجات. • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بتركيب الدارات الكهربائية).
أتحقق	• أتحقق من: (متابعة قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل في أنفذ، عمل دارة قياس القدرة الكهربائية). • اتاكد من: (اضاءة المصابيح وسلامة قراءات الفولتية والتيار، معاينة ازدياد القدرة والطاقة المستهلكة بزيادة اضاءة المصابيح عمليا وحسابيا، معرفة الزبون لقدرة الجهاز ومقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة في زمن معين).	• عمل جماعي تعاوني. • البحث العلمي.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، كتالوجات وكتيبات تركيب دارات قياس القدرة الكهربائية). • اجهزة ومعدات: (ساعة قياس رقمية DMM). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بتركيب الدارات الكهربائية).
أوثّق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا، ادوّن النتائج والرسومات والملاحظات المختلفة عن بناء دارة قياس القدرة والطاقة الكهربائية المستهلكة). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة (قياس القدرة والطاقة الكهربائية المستهلكة).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.

أقوّم	• رضا الزبون وموافقته على الدارة التي تم بناؤها لقياس الكهربائية بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة تركيب الدارة الكهربائية للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، مواصفات دارة قياس القدرة الكهربائية، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).

المخطّط الكهربائيّ



شكل (1): دارة قياس القدرة الكهربائيّة

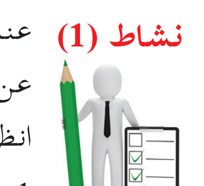
الأسئلة:

1. هل هناك علاقة بين شدّة توهّج المصباح والقدرة التي يستهلكها؟
2. هل تؤثِّر زيادة عدد ساعات تشغيل المصباح على قيمة القدرة المستهلكة؟ علّل إجابتك.
3. هل هناك علاقة بين شدّة توهّج المصباح وقيمة فرق الجهد بين طرفيه؟ علّل إجابتك.



أتعلّم: القدرة والطاقة الكهربائيّة

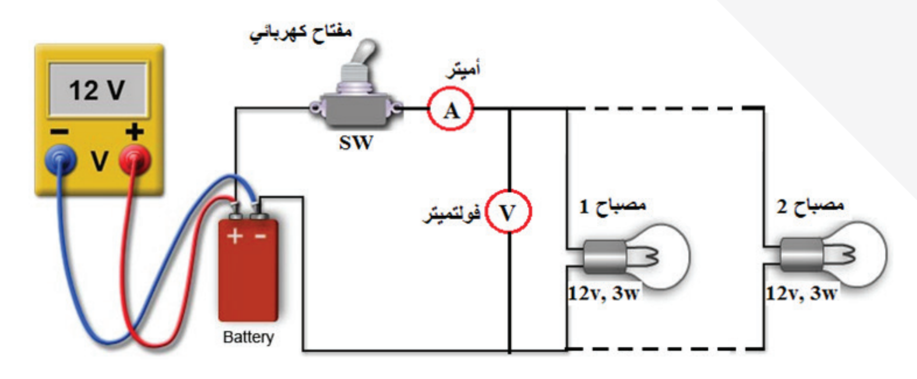
نشاط (1)



عند شرائنا لجهاز كهربائيّ جديد غالباً ما نقرأ على لوحة بيانات الجهاز (Nameplate) معلومات عن قدرته بالواط. فما المقصود بالقدرة؟ وما علاقتها بالتيّار والجهد؟ وما علاقتها بالطاقة؟

انظر إلى شكل (2) ثمّ، أجب عن الأسئلة الآتية:

1. ماذا يمثل المصباح الموصول في مخرج الدارة الكهربائيّة؟
2. ماذا يحدث إذا تمّ إضافة مصباح آخر على التوازي مع المصباح الأول؟ هل تتأثر قراءة الأميتر؟
3. هل هناك علاقة بين عدد المصابيح المستعملة وشدّة التيّار المسحوب؟
4. هل تزداد القدرة المستهلكة بازدياد عدد المصابيح المستعملة؟ وهل تزداد أيضاً بازدياد زمن التشغيل؟



شكل (2): قياس القدرة الكهربائيّة

القدرة والطاقة الكهربائيّة لمصادر التيّار المستمرّ

القدرة الكهربائيّة (Electrical Power) هي مقدار ما تستهلكه الأجهزة الكهربائيّة في أثناء تشغيلها من تيّار، مضروبا في قيمة فولتية التشغيل، وتقاس بوحدة الواط (Watt).

لاحظ أنه في حالة المقاومات المعدنية (كمصباح التنجستون والمدفأة الكهربائية والفرن الكهربائي والمكواة الكهربائية) فإن قيمة R تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.

نشاط (2)



كيف يمكنك (عملياً) حساب مقاومة مصباح كهربائي أثناء تشغيله وارتفاع درجة حرارته؟

ويعرف الواط بأنه: القدرة المستهلكة في مقاومة أو حمل كهربائي فرق الجهد بين طرفيه (1) فولت ويسري خلاله تيار مقداره (1) أمبير. وتعطى القدرة بالعلاقة: $P = V \times I = I^2 \times R = \frac{V^2}{R}$

حيث إن:

P: القدرة الكهربائيّة بالواط.

V: الفولتية الكهربائيّة بالفولت.

I: التيّار الكهربائيّ بالأمبير.

وتعرّف الطاقة الكهربائيّة بأنها مقدار الشغل الكهربائيّ، أو القدرة الكهربائيّة المستهلكة خلال زمن ما. والعلاقة بين القدرة الكهربائيّة والطاقة الكهربائيّة المستهلكة علاقة طرديّة، أي أنه كلما زادت القدرة الكهربائيّة المستهلكة وطال الزمن الّذي تستهلك فيه هذه القدرة فإن الشغل الكهربائيّ يزيد. ويعبّر عنها رياضياً بأنها حاصل ضرب القدرة (p) في الزمن (t)، وتقاس بوحدة (الواط ثانية). وبما أن هذه الوحدة صغيرة لذلك تستخدم مضاعفاتها، ومن أهم مضاعفاتها (الكيلو واط ساعة) أو(KWh). وتعطى الطاقة بالعلاقة: $W = P \times t$

حيث:

W: الطاقة بالجول (الواط ثانية).

P: القدرة بالواط.

t: الزمن بالثانية.

مثال: مدفأة كهربائيّة قدرتها (1.5 KW)، تعمل لمدة 6 ساعات. احسب الطاقة الكهربائيّة المستهلكة في هذه الفترة وثمنها، إذا علمت أن سعر الكيلو واط ساعة (KWh) يساوي (50) فلساً.

الحل:

الطاقة المستهلكة (KWh) = القدرة × الزمن = 1.5 × 6 = 9 KWh

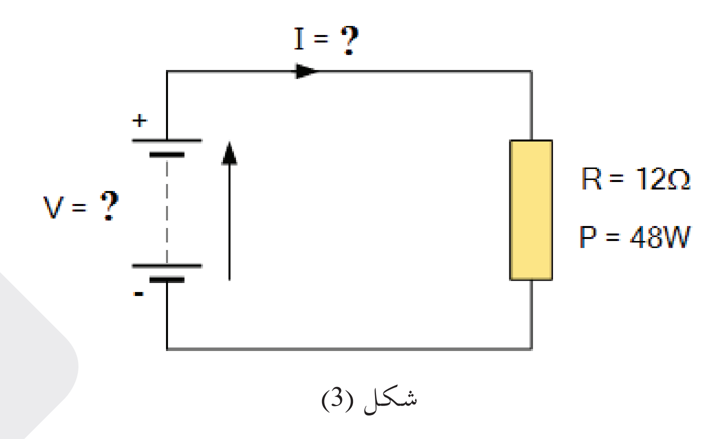
ثمن الطاقة المستهلكة = الطاقة المستهلكة × سعر KWh = 50 × 9 = 450 فلساً

هل بإمكانك اقتراح مجموعة من التدابير لتقليل استهلاك الطاقة الكهربائيّة في المنازل؟



سؤال:

في الدارة المبيّنة في شكل (3)، احسب قيمة فولتية المصدر (V)، وقيمة التيّار المارّ في الدارة (I)، علماً أنّ مقاومة الحمل تساوي ($12\ \Omega$)، وتستهلك قدرة كهربائيّة مقدارها (48W).



شكل (3)

نشاط (2) يطلب من الطلبة البحث عن دارة كهربائيّة بسيطة يمكنهم استخدامها لقياس القدرة في دارة تيّار متناوب (AC) بدل التيّار المستمرّ (DC)، ثم تنفيذ هذه الدارة في المشغل، وتسجيل الفرق بين الحالتين السابق ذكرهما، مع كتابة القانون المستخدم لحساب القدرة في حالة التيّار المتناوب.

أســـئلة الوحـدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. ما الَّذي يمنع تكوين طبقة الأكسدة على سطح المعدن المراد لحامه؟

أ. شافط اللِّحام. ب. شريط إزالة اللِّحام. ج. مساعد اللِّحام. د. إسفنجة.

2. أي من الآتية ليس من مجالات القياس للجهاز الرقمي (DMM)؟

أ. قياس الجهد. ب. قياس التردّد. ج. قياس المقاومة. د. قياس فرق الطور.

3. ما نوع المقاومة المستخدمة في بناء الحسّاسات الحراريّة؟

أ. (LDR). ب. (VDR). ج. ثيرمستور. د. مقاومة مُتغيِّرة.

4. ممَّ تتكون سبيكة مادة اللِّحام؟

أ. 40% قصدير + 60% رصاص. ب. 60% قصدير + 40% رصاص. ج. 60% قصدير + 40% نحاس. د. 40% قصدير + 60% نحاس.

5. ما أشهر أنواع المقاومات الغشائية؟

أ. الكربونية. ب. الغشاء المعدنيّ. ج. (VDR). د. السلك الملفوف.

6. علامَ يعتمد اختيار المقاومات التي لها نفس القيمة والنوع؟

أ. حجمها. ب. قدرتها. ج. شكلها. د. ثمنها.

7. أي من الآتية يعدّ أحد مكوّنات كاوي اللِّحام؟

أ. الملف الحراريّ. ب. حامل الكاوية. ج. برغي الضبط. د. المكبس.

8. أي من الآتية يقوم بامتصاص اللِّحام الذائب؟

أ. مساعد اللِّحام. ب. لوح الفيبر. ج. كاوي اللِّحام. د. شريط إزالة اللِّحام.

9. ما المكوّنات الأساسيّة في الدارة الكهربائيّة البسيطة؟

أ. مصدر قدرة، وجهاز فولتميتر وحمل كهربائيّ. ب. مصدر قدرة، وأسلاك للتوصيل، وحمل كهربائيّ. ج. مصدر قدرة، وجهاز أميتر وحمل كهربائيّ. د. مصدر قدرة، ومفتاح كهربائيّ وحمل كهربائيّ.

10. متى تصبح الدارة الكهربائيّة مغلقة؟

أ. عند توصيل أحد طرفي المصدر بالحمل الكهربائيّ. ب. عند توصيل أحد طرفي المصدر بالمفتاح الكهربائيّ. ج. عند توصيل المفتاح الكهربائيّ بالحمل الكهربائيّ. د. عند توصيل طرفي المصدر بالحمل الكهربائيّ.

11. بمَ يُوصى لتقليل قيمة الطاقة المستهلكة في إنارة منزل ما؟

أ. تقليل جهد التشغيل للأحمال المختلفة. ب. تقليل تيّار التشغيل للأحمال المختلفة. ج. تقليل عدد وحدات الإنارة وزيادة قدرتها. د. شراء وحدات إنارة اقتصادية، وتقليل زمن التشغيل.

السؤال الثاني: أفسر ما يأتي:

1. في الدارة الكهربائيّة، تُعَدّ العلاقة بين الجهد والتيّار المارّ علاقة طردية.
2. ارتفاع قيمة فاتورة الكهرباء لدى المستهلكين الذين يستخدمون المدافىء الكهربائيّة لفترات طويلة.
3. بعد كلّ عمليّة لحام يوضع الكاوي في المكان المخصص (على الحامل).
4. استخدام المقاومات سطحيّة التركيب في تصنيع الأجهزة الإلكترونيّة.
5. يجب عدم تحريك الطرف المراد لحامه أثناء عملية اللحام.

السؤال الثالث:

أ- احسب فرق الجهد الكهربائيّ إذا كانت قراءة الأميتر تساوي (1mA) لثلاث مقاومات (10 , 20 , 30) أوم موصولة على: أ- التوالي ب- التوازي

ب- إذا كان التيّار الّذي يسري في مصباح متوهّج مقداره (0.15) أمبير، تحت تأثير فولطية مقدارها (220) فولط، وتم تشغيل المصباح (5) ساعات يوميّاً، وسعر الكيلو واط/ ساعة (100) المطلوب حساب:

6. القدرة الكهربائيّة للمصباح.
7. الطاقة المستهلكة خلال (30) يوماً.
8. ثمن الطاقة الكهربائيّة المستهلكة.

السؤال الرابع: عند إجراء عمليّة لحام ما، كيف يتم اختيار كاوي اللِّحام؟

السؤال الخامس: أقوم بحساب قيم المقاومات التالية باستخدام شيفرة الألوان:



شكل (سؤال 5): أقوم بحساب قيم المقاومات باستخدام شيفرة الألوان

المشروع:

عمل دارة قنطرة ويتستون لقياس قيم المقاومات المجهولة.

الوحدة الثانية

بناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ذات التيّار المتناوب وصيانتها

ما السبب في كون التيّار الواصل إلى منازلنا تيّاراً متناوباً وليس مستمراً؟

الوحدة الثانية: بناء الدارات الكهربائيّة البسيطة ذات التيّار المتناوب وصيانتها

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على بناء دارات كهربائيّة بسيطة ذات تيّار متناوب لتشغيل أحمال مختلفة وتوظيف أجهزة القياس لقياس الجهد والتيّار، وذلك من خلال الآتي:

1. فحص الإشارات الكهربائيّة باستخدام جهاز راسم الإشارة.
2. تمييز المكثّفات وفحصها.
3. تركيب المكثّفات.
4. تمييز الملفّات (Coils) وفحصها.
5. تركيب الملفّات.
6. فحص المرحّلات وتركيبها.
7. فحص المحوّلات وتشغيل حمل أومي باستخدام محوّل.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، هي:

أولاً: الكفايات الاحترافية

- توظيف البيانات حول التيّار المتناوب والإشارات الكهربائيّة الجيبيّة والمثلّثة والمربّعة، وطرق توليدها، والقياسات والحسابات المتعلقة بها.
- القدرة على توليد الإشارات الكهربائيّة الجيبيّة والمثلّثة والمربّعة باستخدام مولّد الإشارة، وضبط تردّدها واتساعها.
- القدرة على فحص الإشارات الكهربائيّة، وحساب اتساعها وزمنها الدوري وتردّدها باستخدام راسم الإشارة.
- القدرة على تمييز الأنواع المختلفة من المكثّفات، وتعرّف مواصفاتها الفنّيّة وفحصها وتركيبها واستبدالها.
- القدرة على تمييز الأنواع المختلفة من الملفّات (Coils)، وتعرّف مواصفاتها الفنّيّة وفحصها وتركيبها واستبدالها.
- القدرة على فحص المرحّلات، وتتبع مخطّطات أطرافها وتركيبها في دارات التحكم.
- القدرة على التمييز بين أنواع المحوّلات المختلفة، وفحصها، وتشغيل حمل بسيط باستخدام المحوّل.

ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصيّة

- المصداقية في التعامل مع الزبون.
- المحافظة على خصوصية الزبون.
- القدرة على تلبية رغبات الزبون وحاجاته.
- القدرة على إقناع الزبون.
- القدرة على استيعاب الزبون ورأيه.
- تطوير المهارات العمليّة الذاتية.
- الالتزام بمعايير الأمن والسلامة.
- تتبع الخيارات والحلول المختلفة للمشكلات.
- تنمية روح العمل ضمن فريق.
- التعامل بشكل مهني سليم وبنّاء مع مسؤول الورشة ومع الزبائن.
- الاستشارة المهنيّة عند اللزوم.
- الالتزام بالمواعيد.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة

- العمل التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني.
- البحث العلمي.



قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- الضبط الخاطئ أو عدم اختيار المدى المناسب لجهاز القياس يُعطي نتائج مضلِّلة.
- تناول العناصر الإلكترونيّة برفق، وبعد تعرفك على مواصفاتها عاود تخزينها مرة أخرى مع المحافظة عليها من التلف.
- مع أجهزة القياس الرقميّة دائماً اختبر مجسّي جهاز القياس بعمل قصر بينهما، مع وضع مفتاح الاختيار على وضع الأوم.
- العمل على منضدة جافة، وأن تكون يدك جافة، ولا تقف على أرض مبللة عند عمل قياس أو اختبارات على دارة مطبق عليها جهد.
- فصل القدرة الكهربائيّة (Turn off) عن الدارة عند تركيب عنصر من الدارة أو فصله.
- عند استبدال عنصر تالف بعنصر آخر سليم يجب أن يكون للعنصر السليم نفس المواصفات الفنّيّة ومدى التحمل للعنصر التالف.
- عند استخدام الساعة الرقميّة وتجاوز المدى لمفتاح الاختيار، تظهر على الشاشة كتابة (OL) أو (I) أو إشارة ومضية، وفي هذه الحالة يجب زيادة المدى (أي رفع المدى إلى قيمة أعلى).
- القطبيّة المعكوسة تظهر على الشاشة إشارة (-) أو تسبِّب وميضاً بكتابة (POL)، وفي هذه الحالة يجب عكس أطراف المجسّات.
- استخدام المكثّفات المناسبة لدارات التيّار المتناوب، والانتباه إلى عدم استخدام المكثّفات الإلكتروليتية القطبيّة في غير موضعها حسب المخطّطات التمثيلية للدارات بشكل عام.
- الحصول على الإشارات المتناوبة من جهاز مولّد الإشارة ذي فولتية مناسبة وتردّد مناسب.
- التقيد بلباس التدريب داخل المشغل أو الورشة، والالتزام بمتطلبات السلامة الأخرى، مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين والقفازات المناسبة لحماية اليدين أثناء العمل.
- التقيد باستخدام العِدَد والأدوات حسب اختصاصها، وعدم استخدام أداة خاصة لعمل معين في عمل مغاير.
- الحذر في نقل الأدوات والعِدَد أو مناولتها لزملائك، وناولها يداً بيد.
- تجنُّبْ المزاح في المشغل أو الورشة وأثناء التدريب؛ حتى تحمي نفسك وزملاءك من الخطر.
- عند الانتهاء من العمل الحرص على تنظيم العِدَد والأدوات وترتيبها بشكل منظَّم ومرتَّب وفي أماكنها الخاصة.
- التأكّد من أن جهد مصدر الطاقة يناسب جهد تشغيل أجهزة القياس.
- المداومة على المحافظة على نظافة المشغل أو الورشة.
- عدم ترك الأجزاء العارية من الأسلاك مكشوفة خاصة عند التعامل مع مصدر القدرة العمومية.



1-2 الموقف التعليمي التعلّمي الأول:

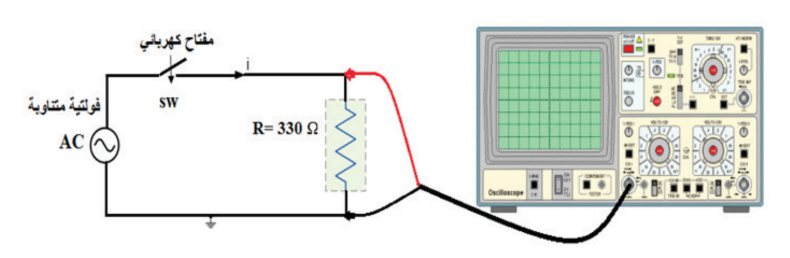
فحص الإشارات الكهربائيّة بواسطة جهاز راسم الإشارة

وصف الموقف التعليمي التعلّمي: حضر أحد الزبائن إلى ورشة لصيانة الأجهزة الخليوية لعمل صيانة لجهازه الخليوي المعطّل، وأثناء عمليّة الصيانة توجّب على عامل الصيانة في الورشة استخدام جهاز راسم إشارة (Oscilloscope) لفحص وجود إشارات في نقاط فحص مختلفة على اللوحة الرئيسية للجهاز، ومعرفة قيمها وتردّداتها، الأمر الّذي لم يكن يتقنه هذا العامل بالرغم من امتلاكه لجهاز راسم إشارة جديد. لاحقاً، حَضَرَ عامل الصيانة إلى المدرسة الصناعية، ومعه جهاز راسم الإشارة، وتقدّم بطلب لتدريبه على استخدام الجهاز، بالإضافة إلى جهاز مولّد الإشارة لرفع قدراته العلميّة والعمليّة.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • حاجته للتدرب على جهاز راسم الاشارة • مستوى معرفته لاستخدامات جهاز الراسم، ووظائف المفاتيح في الجهاز • معرفته لاستخدام جهاز مولد الاشارة، وعن معرفته باهم انواع الاشارات الكهربائية • جمع بيانات عن: • جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope). • جهاز مولّد الإشارة (Function Generator). • أنواع الإشارات واهم خصائصها. • أنواع الكوابل المستخدمة مع راسم الإشارة ومولد الإشارة لتوصيل الإشارات.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب عامل الصيانة الخطي، كتيبات ادلة التشغيل (المستخدم) لجهازي راسم الاشارة ومولد الاشارة، كتالوجات واقراص مدمجة حول أساسيات استعمال راسم الإشارة و مولد الإشارة، كتب متخصصة عن أنواع الإشارات الكهربائية الشائعة، نماذج التوثيق). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن استعمال راسم الإشارة، ومولد الاشارة لقياس الكميات الكهربائية وحساب التردد).

أخطّط وأقرّر	• اصنف البيانات عن (فحص الإشارات الكهربائية بواسطة جهاز راسم الإشارة). • حدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها. • تحديد خطوات التدريب على استخدام جهاز مولّد الاشارة. • تحديد خطوات التدريب على استخدام جهاز راسم الاشارة. • رسم مخطط دارة قياس الاتساع والتردد باستخدام جهاز راسم الإشارة. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل بناء دارة قياس الاتساع والتردد باستخدام جهاز راسم الإشارة. • اعداد جدول زمني للتنفيذ.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • الحواروالمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (مخطط الكهربائي لدارة قياس الاتساع والتردد باستخدام جهاز راسم الإشارة، دليل المستخدم لجهاز راسم الإشارة وجهاز مولد الاشارة، البيانات التي تم جمعها، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).
أنفّذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة. • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: • اتدرب على استعمال جهاز راسم الإشارة بتشغيل وضبط وفهم دلالات جميع مكونات واجهة جهاز راسم الإشارة. • اتدرب على استعمال جهاز مولد الإشارة بتشغيل وضبط وفهم دلالات المفاتيح الأساسية في واجهة جهاز مولد الإشارة. • استخدم مولد الإشارة لاظهار أنواع مختلفة من الإشارات (موجات جيبية ومثلثة ومربعة) على شاشة الراسم. • اوصّل دارة قياس الاتساع والتردد باستخدام راسم الإشارة، شكل (1). • اقيس تردد موجة جيبية معينة وقياس اتساعها. • اقيس قيمة إشارة تيار مستمر. • اتحري الدقة في قياس عدد المربعات على شاشة الراسم التي تمثل الاتساع وتلك التي تمثل الزمن للحصول على نتائج دقيقة. • اكرر الخطوات السابقة عند قيم ترددات أخرى وموجات متعددة باستخدام مدخلي القناتين.	• العمل الجماعي التعاوني المنظم. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	**أجهزة ومعدات:** • جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope). • جهاز مولّد الإشارات (Function Generator). • كوابل ومجسات للفحص (Probes). • حمل (مقاومة). • مفتاح كهربائي مفرد. • لوحة تجميع عناصر إلكترونية (Breadboard). • أسلاك توصيل باطوال مناسبة • الاستعانة بأدلة المستخدم من الشركات الصانعة لجهازي راسم الاشارة ومولد الاشارة. • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة باستخدام جهازي راسم الاشارة ومولد الاشارة).

أتحقق	• أتحقق من: (اتقان استعمال جهاز الراسم، اتقان استعمال جهاز مولد الإشارة، دقة قياس الاتساع والتردد باستخدام جهاز راسم الإشارة). • اتاكد من: (قيمة التردد المحسوب باستخدام راسم الإشارة بالتردد الظاهر على شاشة جهاز مولد الإشارة.	• عمل جماعي تعاوني. • البحث العلمي.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، أدلة المستخدم من الشركات الصانعة لجهازي راسم الاشارة ومولد الاشارة). • اجهزة ومعدات: (جهازي راسم اشارة ومولّد اشارة). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة باستخدام وتشغيل جهازي راسم اشارة ومولّد اشارة).
أوثّق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا، ادوّن النتائج والقراءات والقيم المقاسة والمحسوبة، والمخططات والملاحظات المختلفة عن استخدامات كل من راسم الاشارة ومولد الاشارة). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة (فحص الإشارات الكهربائية بواسطة جهاز راسم الإشارة).	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• رضا الزبون عن اتقانه لاستخدام جهازي راسم الاشارة ومولد الاشارة. • اقارن بين حاجة الزبون للتدرب على استخدام جهاز راسم الاشارة، واتقانه لاستخدامه بعد التدريب ومطابقته للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، ادلة التدريب على استخدام الراسم ومولد الاشارة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).



شكل (1): قياس الاتساع والتردّد باستخدام جهاز راسم الإشارة



الأسئلة:

1. فسّر سبب عدم ثبات وعدم وضوح صورة الموجة على الشاشة في بعض الحالات.
2. وضّح الفرق بين مفتاح الاتساع في جهاز مولّد الإشارة ومفتاح الفولتيّة في جهاز راسم الإشارة بالنسبة للموجة نفسها.
3. هل يمكن استخدام جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) لأغراض أخرى غير رسم الإشارات الكهربائيّة المختلفة؟ أعط أمثلة إذا كانت الإجابة بنعم.
4. ما فائدة وجود (DC Offset) في جهاز راسم الإشارة؟

أتعلّم:

الإشارات الكهربائيّة الأساسيّة وأجهزة توليدها وقياسها



نشاط (1) هل فكّرت يوماً في كيفيّة الحصول على أنواع متعدِّدة من الإشارات الكهربائيّة، بقيم وتردّدات مختلفة ومن جهاز واحد؟ وما أهم الإشارات التي يمكن الحصول عليها من هكذا جهاز؟ وما أهم خصائصها؟

جهاز مولّد الإشارة (Function Generator)



شكل (2): جهاز مولّد الإشارة

هو عبارة عن جهاز إلكترونيّ يستخدم في كثير من التطبيقات المختبرية لتوليد إشارات كهربائيّة بأشكال مختلفة (جيبيّة، مربّعة، مثلّثة) وغيرها من الإشارات.
يمتاز جهاز مولّد الإشارة بسهولة التحكم في تردّد واتساع الموجات التي يتم توليدها، كما أن بعضها مزوّد بشاشة رقمية لمعرفة تردّد واتّساع الإشارة بدقة. انظر شكل (2).

يحتوي جهاز مولّد الإشارة في واجهته الأمامية على عدد من الكبسات والمفاتيح المختلفة التي ينبغي معرفتها وفهم وظائفها، مع التركيز على معرفة وإتقان استخدام الآتية:

- كبسة التشغيل (Power).
- كبسة اختيار شكل الموجة (جيبيّة، مثلّثة، مربّعة، ...) (Wave or Function)
- مفتاح تحديد اتساع إشارة الخرج (Amplitude).
- مفتاح/ كبسات ضبط تردّد إشارة الخرج (Frequency).
- مخرج الإشارات (Output).
- مخرج الإشارات الرقميّة (TTL/CMOS Output).

التيّار المتناوب (Alternating current (AC))

يعرف التيّار المتناوب بأنه تيّار مُتغيِّر القيمة والاتجاه، فهو يغيّر قيمته لحظياً، ويغيِّر اتجاهه في كلّ نصف دورة من دورات ملف مولّده على شكل اقتران جيب الزاوية (Sine)، ويبلغ تردّده 50 أو 60 هيرتز حسب النظام المستخدم. وهو التيّار الواصل للمنازل لتشغيل الأجهزة الكهربائيّة.
يعطى التغير بالموجة الجيبيّة بالعلاقة: $v(t) = V_m \sin \omega t$

حيث إن:

$v(t)$: هي القيمة اللحظية للجهد الكهربائيّ أو قيمة الجهد الكهربائيّ عند زمن مقداره t.

V_m: القيمة العظمى للجهد.

ω: السرعة الزاوية

$$\omega = 2\pi F$$

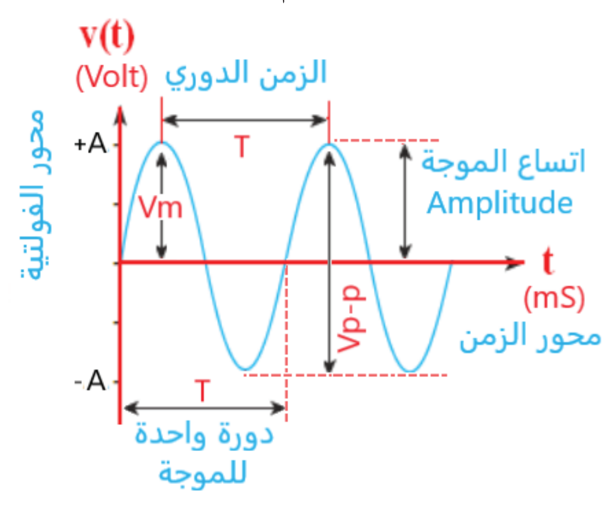
وسنشرح فيما يلي أهم أنواع الإشارات الكهربائيّة لا سيما موجة التيّار المتناوب الجيبيّة وأهمّ خصائصها.

الإشارات الكهربائيّة وأنواعها ومواصفاتها

في أنظمة الاتصال، يتم التعامل مع أنواع مختلفة من الموجات الكهربائيّة (Waveforms) باختلاف نوع النظام والهدف من استخداماته، ويمكن الحصول على الموجات من دارة إلكترونيّة تمثّل مولّداً للموجات (Oscillator). أحياناً ولاستخدامات عمليّة، نحتاج في الدارات الإلكترونيّة إلى توليد أشكال مختلفة من الموجات كالموجة الجيبيّة والمربّعة والمثلّثة بالإضافة إلى الإشارة المستمرّة (DC). فما هذه الموجات وما أهم صفاتها؟

الموجة الجيبيّة (Sine Wave)

من الإشارات الكهربائيّة المهمّة التي يتم التعامل معها بكثرة في أنظمة الاتصال، كونها تعبرعن إشارتي التيّار أو الفولتيّة المتناوبين (AC). شكل (3) يبيّن أهم خواص الموجة الجيبيّة، مثل:



شكل (3): خواص الموجة الجيبيّة

اتساع الموجة (Amplitude): وهو الفولتيّة من المحور الأفقي إلى قمة الموجة، ويمثل القيمة العظمى (Vm).

الفولتيّة من القمّة إلى القمّة (Peak To Peak Value): اختصارها Vp-p وهي القيمة المحصورة بين القيمة العظمى الموجبة للموجة والقيمة العظمى السالبة لها، ويرمز لها بالرمز ($V_{P\text{-}P}$) في حالة الفولتيّة، ونلاحظ مما سبق أن القيمة من القمّة إلى القمّة تساوي ضعف القيمة العظمى. **أي أن:** ($V_{P\text{-}P} = 2Vm$).

القيمة الفعّالة (Effective Value): وهي جذر متوسط المربعات (Root Mean Square Value: r.m.s) للتيّار المتناوب التي تعطى نفس الطاقة والقيمة الحراريّة التي تنتجها نفس القيمة للتيّار المستمرّ.

القيمة الفعّالة للجهد المتناوب = (القيمة العظمى) × (0.707)

أي أن:

$$Vr.m.s = (0.707)Vm$$

أهمية هذه القيمة (Vr.m.s) تأتي من كونها القيمة التي تقيسها أجهزة قياس الفولتيّة والتيّار.

طول الموجة Wavelength: وهو المسافة (بالمتر) بين قمتين متتاليتين.

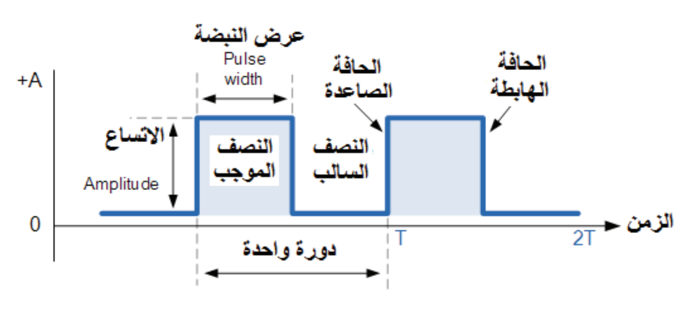
تردّد الموجة Frequency (f): هو عدد المرات التي تتكرر فيها الموجة خلال ثانية واحدة، ويقاس بالهيرتز (Hz).

الزمن الدوري (T): وهو الزمن الّذي تحتاجه الموجة لإتمام دورة واحدة، ويقاس بالثانية (s)، ويرتبط مع **التردّد بعلاقة عكسية:**

$$f(Hz) = \frac{1}{T\ (s)}$$

الموجة المربّعة (Square Wave Waveform)

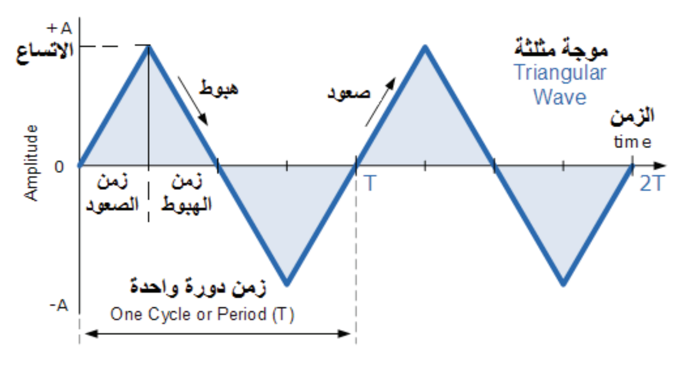
هي تلك الموجة المُتغيِّرة (Alternating Wave) غير الجيبيّة التي تتغيّر بين مستويين ثابتين بشكل دوريّ ولحظيّ، الشكل (4).



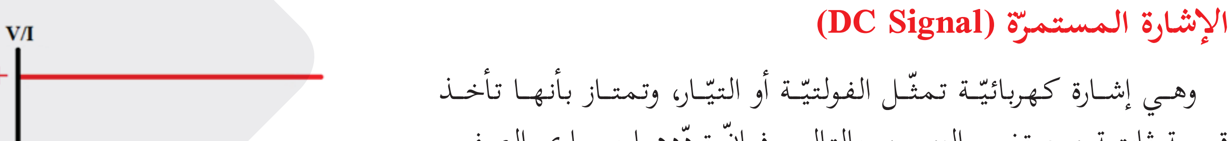
شكل (4): الموجة المربّعة

الموجة المثلّثة (Triangular Waveform)

تُعَدّ الموجة المثلّثة من الإشارات ذات التطبيقات العديدة في مجال الإلكترونيّات، وكما في الإشارة المربّعة يمكن أن تكون هذه الإشارة موجبة (فوق محور الزمن) أو سالبة، أو جزء منها موجب والآخر سالب. وفي الإشارة المثلّثة يجب أن يتساوى زمن صعود الموجة مع زمن هبوطها، الشكل (5).

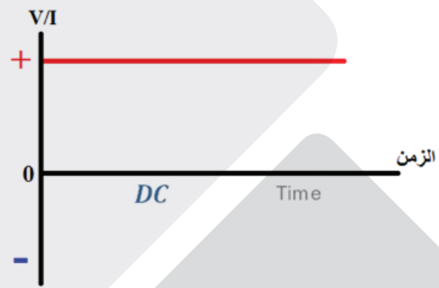


شكل (5): الموجة المثلّثة



الإشارة المستمرّة (DC Signal)

وهي إشارة كهربائيّة تمثّل الفولتيّة أو التيّار، وتمتاز بأنها تأخذ قيمة ثابتة مع تغير الزمن، وبالتالي فإنّ تردّدها يساوي الصفر. ومن الأمثلة عليها إشارة الفولتيّة أو التيّار التي نحصل عليها من البطّاريّات، انظر شكل (6).



شكل (6): إشارة كهربائيّة مستمرّة

نشاط (2) هل فكّرت يوماً في إمكانية رؤية الإشارات الكهربائيّة المختلفة، وحساب قيم جهودها وتردّداتها؟ وهل يوجد جهاز يمكّننا من ذلك؟ الإجابة هي نعم، وذلك باستخدام جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) شكل (7)

فما هذا الجهاز؟ وكيف يستخدم؟



شكل (7): جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope)

جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope)

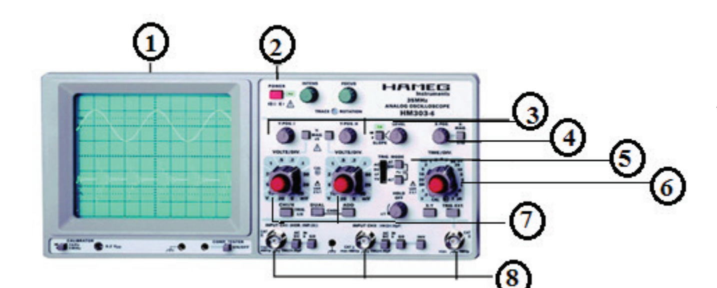
يعرف جهاز راسم الإشارة بأنه أحد أجهزة القياس المستخدمة لقياس الكمّيّات الكهربائيّة كماً ونوعاً، حيث يمكن استخدام جهاز راسم الإشارة بشكل خاص للأغراض الآتية:

1. رسم الإشارات الكهربائيّة المختلفة وتمييز بعضها عن بعض (جيبيّة، مربّعة، مثلّثة، نبضية، ...إلخ)؛ مما يساعدنا في أعمال الصيانة الكهربائيّة للدارات الإلكترونيّة الموجودة ضمن الأجهزة واللوحات الإلكترونيّة المختلفة.
2. قياس اتساع (Amplitude) الإشارة الكهربائيّة، وبالتالي تحديد قيمتها.
3. قياس التردّد للإشارات الكهربائيّة المختلفة.
4. قياس فرق الطور للإشارات الكهربائيّة.

الواجهة الأمامية لجهاز راسم الإشارة

يبين شكل (8) أهم المكوّنات على واجهة المستخدم لجهاز راسم الإشارة كما هو آت:

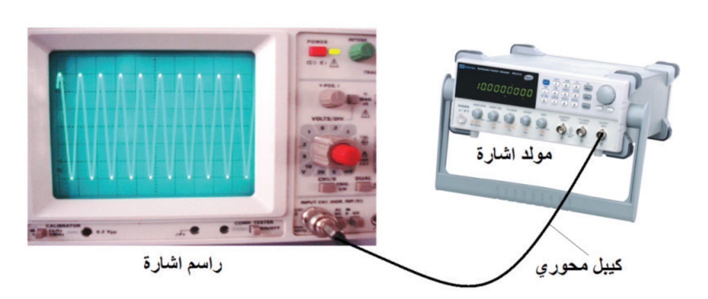
1. الشاشة (Screen)
2. كبسة التشغيل (Power)
3. مفتاح التحكم بموقع الإشارة عمودياً (Vertical)
4. مفتاح التحكم بموقع الإشارة أفقياً (Horizontal)
5. مفتاح التحكم بالقدح (Trigger)
6. مفتاح التحكم بالزمن (Seconds/Division)
7. مفتاح التحكم بالفولتيّة (Volts/Division)
8. المداخل (Inputs)



شكل (8): الواجهة الأمامية لجهاز راسم الإشارة

قياس الاتساع والتردّد باستخدام جهاز راسم الإشارة

لتحقيق هذه الغاية يتم توصيل راسم الإشارة بدارة كهربائيّة بسيطة، أو بجهاز مولّد الإشارة مباشرة كما في شكل (9).



شكل (9): قياس الاتساع والتردّد باستخدام جهاز راسم الإشارة

بعد تشغيل الدارة يتم قياس الجهد والتردّد باستخدام جهاز راسم الإشارة كما يأتي:

1. قياس الفولتيّة العظمى للموجة (Vp) بضرب عدد المربعات من المحور الأفقي إلى قمة الموجة بمفتاح (Volts/Div).

أي أن: الفولتيّة العظمى المقيسة (Vp) = عدد المربعات الرأسية × مفتاح الفولتيّة

2. حساب التردّد (f) للموجة بواسطة راسم الإشارة كالآتي:

نحسب الزمن الدوري لموجة واحدة (T) **حيث:**

الزمن الدوري (T) = عدد المربعات لدورة كاملة من الموجة (على المحور الأفقي) × مفتاح الزمن.

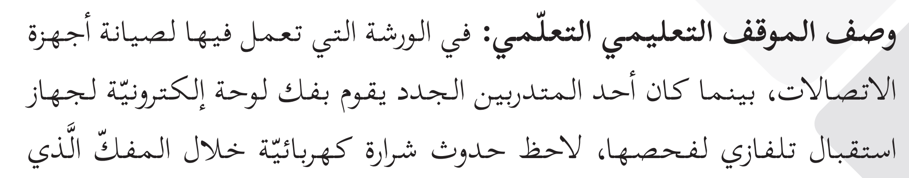
حساب التردّد حيث: $f = \frac{1}{T}$

f: التردّد بالهيرتز (Hz).

T: الزمن بالثانية (S).



نشاط (3) استخدم جهاز راسم الإشارة لقياس تردّد واتساع أنواع أخرى من الموجات كالموجة المثلّثة والموجة المربّعة. أيّ الموجتين السابقتين يمكن اعتبارها موجة تماثلية وأيهما تُعَدّ إشارة رقمية؟ علّل إجابتك.



2-2 الموقف التعليمي التعلّمي الثاني:

تمييز المكثّفات (Capacitors) وفحصها

وصف الموقف التعليمي التعلّمي: في الورشة التي تعمل فيها لصيانة أجهزة الاتصالات، بينما كان أحد المتدربين الجدد يقوم بفك لوحة إلكترونيّة لجهاز استقبال تلفازي لفحصها، لاحظ حدوث شرارة كهربائيّة خلال المفكّ الَّذي كان يستخدمه لفك اللوحة، علماً أن الجهاز لم يكن متصلاً آنذاك بأي مصدر من مصادر التغذية الكهربائيّة. وقد طلب منك مسؤول الورشة تقديم تفسير للمتدربين في الورشة لما حصل من خلال بناء دارة كهربائيّة بسيطة، ومن ثمَّ تحديد كيفيّة تفاديه مستقبلاً.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلِّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • حالة حدوث الشرارة الكهربائيّة في اللوحة الإلكترونيّة. • الجهاز التلفزيوني الذي حدثت فيه المشكلة. • أجمع البيانات عن: • المكثف الكهربائي وسعته ورمزه الفني. • شحن المكثفات وتفريغها وداراتها. • أنواع المكثفات وترميزها.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطّيّ للمهمة، جداول العناصر الكهربائيّة ورموزها الفنّيّة. • التكنولوجيا: مواقع إلكترونيّة تعليميّة حول المكثّفات وشحنها وتفريغها.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (تركيب المكثف، السعة، أنواع المكثفات، الشحن والتفريغ، الرموز). • اختيار مواصفات العناصر المطلوبة من حيث السعة والجهد الأقصى. • تحديد خطوات العمل: • اختيار المقاومة بحيث يكون الزمن العملي للشحن والتفريغ قابلاً للملاحظة والقياس. • تحديد جهد التغذية الكهربائية ونوعها. • تقسيم العمل ووضع جدول زمني لعمليتي الشحن والتفريغ.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، المواصفات الفنية وأدلة الشركات الصانعة، العلاقة الرياضيّة لزمن الشحن والتفريغ، البيانات التي على المكثّف. • التكنولوجيا: شبكة (الإنترنت).

أُنفِّذ	• شحن المكثّف من خلال المقاومة، ثم تفريغه عبر المصباح. • تكرار العمليّة مع تغيير قيمة المقاومة، وتسجيل الملاحظات في كلّ مرة. • بناء دارة شحن وتفريغ ذات قيمتين مختلفتين لمقاومتي الشحن والتفريغ. • ضبط جهاز التغذية وتوصيله بالدارة. • ضبط ساعة القياس (DMM) وتوصيلها بين طرفي المكثّف. • أخذ قراءات الجهد والزمن لعمليّة الشحن وتثبيتها في جدول مناسب. • أخذ قراءات الجهد والزمن لعمليّة التفريغ وتثبيتها في جدول مناسب. • التمثيل البياني لكلتا العمليتين. • مراعاة الآتية: استخدام جهود تغذية لشحن المكثّفات لا تتجاوز جهودها التشغيلية القصوى، التوصيل الصحيح لأطراف المكثّفات القطبيّة وعدم عكس أقطابها تجنباً لانفجارها، استخدام المكثّفات الإلكتروليتية في مواضعها حسب المخطّطات فقط، تفريغ المكثّفات المشحونة خلال مقاومات قيمها مناسبة وليس عبر سلك موصل، عدم لمس المكثّفات ذات السعات الكبيرة على لوحات الأجهزة حتى بعد فصلها عن مصدر القدرة قبل التأكّد من تفريغ شحناتها بشكل آمن.	• العمل الجماعي. • الحوار. • تقسيم الأدوار. • تدوين القراءات أثناء العمل.	• أجهزة ومعدات ومواد: أجهزة التغذية والقياس الإلكترونيّة، ساعة زمنية لقياس الوقت، لوحة تجميع العناصر، أسلاك التوصيل، مكثّف كيميائيّ ذو سعة كبيرة لا تقلّ عن 1000 ميكرو فاراد (بالإمكان وصل عدة مكثّفات على التوالي للحصول على السعة المناسبة)، مقاومات كربونية ذات قيم مختلفة (470Ω، 1KΩ، 2.2KΩ، ...). • مصباح كهربائيّ صغير (6V، أو 12V، ...). • • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أَتَحقَّق	• أتحقق من (الجهود المستخدمة مقارنة بالجهود القصوى للمكثفات، قطبيات المكثفات الإلكتروليتية، صحة منحنيات الشحن والتفريغ). • أتأكد من إجراءات السلامة والاحتياطات التي تمّ أخذها بعين الاعتبار أثناء التنفيذ.	• البحث العلمي.	• الوثائق: جداول البيانات لعملية الشحن والتفريغ، منحنيات التمثيل البياني • أجهزة ومعدات: أجهزة القياس والتغذية، المكثّفات والمقاومات المتوفرة في المشغل. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدم	• أوثق المقاومات والمكثفات ومواصفاتها الفنية. • أوثِّق نتائج العمل في جداول ورسوم بيانية. • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز المكثفات وفحصها).	• النقاش في مجموعات. • العمل التعاوني.	• التكنولوجيا: أجهزة عرض، حاسوب، الإنترنت. • قرطاسية، منصة عرض.

أقوم	• رضا الزبون عن النتائج بما يتوافق مع طلبه. • مطابقة النتائج في الجداول والمنحنيات للمواصفات والمعايير.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنّيّة للمكثّفات. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

الأسئلة:

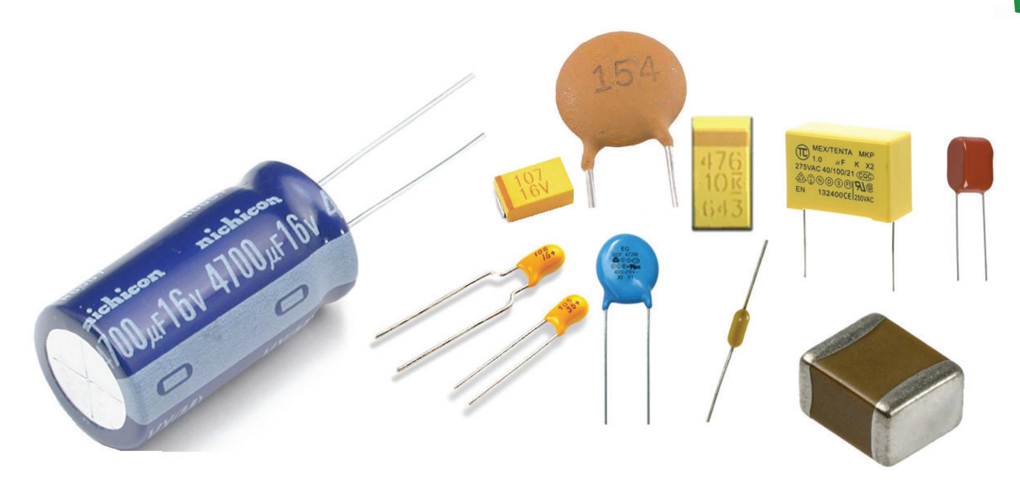
1. علِّل: حدوث شرارة كهربائيّة خلال تفريغ المكثّف في بعض الدارات وعدم حدوثها في أخرى.
2. المكثّف الكيميائيّ غير ملائم لدارات التيّار المتناوب، لماذا؟
3. هل يعتمد زمن شحن المكثّف على جهد البطّاريّة المستخدمة لعمليّة الشحن؟ فسِّر إجابتك؟



أتعلَّم:

المكثّف الكهربائيّ (Capacitor)

نشاط (1) اختر ثلاثة أجهزة شائعة الاستعمال في حياتنا اليومية، وتفحّص لوحاتها الإلكترونيّة الداخلية. هل صادفتك عناصر تشبه أياً من تلك المبيّنة في الصورة (شكل 1)؟ إذا كانت إجابتك نعم، فقد بدأت تتعرف على عالم المكثّفات الواسع.



شكل (1): مكثفات متنوعة

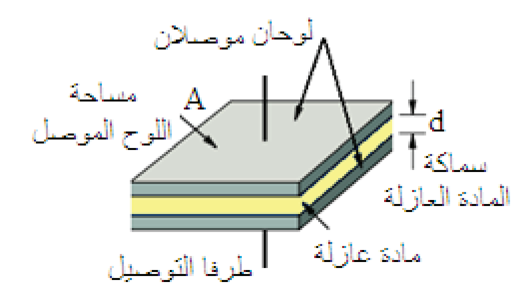
نشاط (2)



قـم بفـك الغـلاف الخارجـي لأحـد المكثّفـات (كبيـرة الحجـم) المتوفـرة فـي المشـغل، وحـاول التعرف على أجزائه الداخلية.

1) المكثّف الكهربائيّ (Capacitor):

يتكـوّن المكثّـف الكهربائـيّ فـي أبسـط أشـكاله مـن لوحيـن موصليـن تفصـل بينهمـا مـادة عازلـة، ويتّصـل بهمـا طرفـا التوصيل للمكثّـف (شـكل 2).

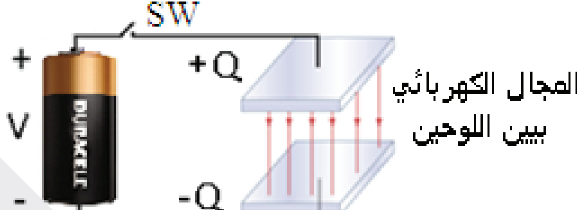


شكل (2): تركيب المكثف الكهربائي

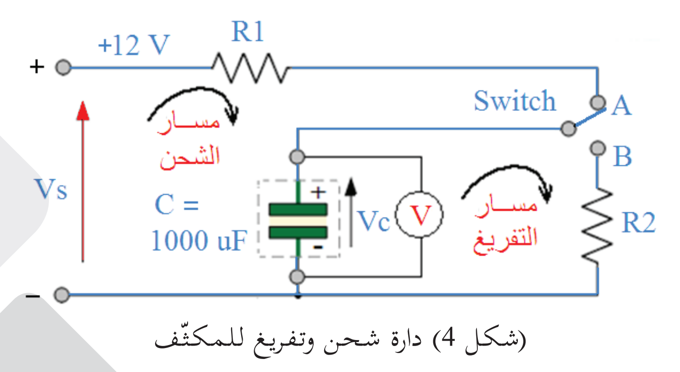
2) شحن المكثّف (Charging):

قـم بتطبيـق فـرق جهـد كهربائـيّ (DC) مناسـب بيـن طرفـي مكثّـف (شـكل 3). سـتبدأ الشـحنات الكهربائيّة الموجبـة بالتجمـع علـى أحـد اللوحيـن (اللـوح المتصـل مـع القطـب الموجـب للمصـدر)، بينمـا تبـدأ الشـحنات الكهربائيّة السـالبة بالتجمـع علـى اللـوح الآخـر (اللـوح المتصـل مـع القطـب السـالب للمصـدر)، وتسـتمر هـذه العمليّـة إلـى أن يصبـح فـرق الجهـد بيـن اللوحيـن مسـاوياً لفـرق الجهـد بيـن طرفـي المصـدر، وهكـذا يصبـح المكثّـف مشـحوناً بشـكل كامـل.

تكـون عمليّـة الشـحن سـريعة فـي بدايتهـا (لأن اللوحيـن فارغـان مـن الشـحنات) ثـم تتباطـأ تدريجيّـاً. لـماذا؟ ويبيّـن (شـكل 4) دارة شـحن وتفريغ للمكثّـف.



شكل (3): ظاهرة شحن المكثف



(شكل 4) دارة شحن وتفريغ للمكثّف

يحتفـظ المكثّـف بشـحنته حتـى بعـد فصـل مصـدر الجهـد الكهربائـيّ عنـه، لأن وجـود المـادة العازلـة بيـن اللوحيـن يمنـع انتقـال الشـحنات الكهربائيّـة بينهمـا، فيصبـح المكثّـف بعـد شـحنه وكأنـه بطّاريّـة تختـزن الطاقـة الكهربائيّـة علـى شـكل مجـال كهربائـيّ بيـن قطبيهـا (اللوحيـن الموصليـن للمكثّـف).

3) تفريغ المكثّف (Discharging):

في حالة توصيل طرفي مكثّف مشحون عبر دارة كهربائيّة مغلقة (شكل 5) فإنه يبدأ بتفريغ الشحنة الكهربائيّة المختزنة بين لوحيه إلى أن يعود اللوحان إلى حالة التعادل الكهربائيّ، ويصبح فرق الجهد بينهما صفراً. وتكون عمليّة التفريغ سريعة في بدايتها (لماذا؟) ثم تتباطأ تدريجيّاً (لماذا؟)

شكل (5): تفريغ مكثف مشحون خلال مصباح

ويعتمد الزمن اللازم لشحن المكثّف أو تفريغه على سعة المكثّف، وقيمة المقاومة الكهربائيّة التي تتم من خلالها عمليّة الشحن أو التفريغ (شكل 4)، ويُعَدّ الشحن أو التفريغ مكتملاً بعد مرور فترة زمنية $T = 5 \times R \times C$، فكلما كان المقدار $R \times C$ أكبر كانت عمليّة الشحن أو التفريغ أبطأ.

4) السعة الكهربائيّة (Capacitance):

تعرَّف سعة المكثّف على أنها مقياس لكميَّة الشَّحنة الكهربائيَّة (بالكولوم) التي يستطيع كل من اللوحين تخزينها عندما يوصل المكثّف بين قطبي بطاريَّة قوّتها الدَّافعة (1 فولت). أيْ أنَّ: $C = \frac{Q}{V}$

حيث:

C: سعة المكثّف بالفاراد (F).

Q: الشحنة المتجمعة على كلّ لوح من اللوحين بالكولوم (c).

V: فرق الجهد بين طرفي المكثّف بالفولت (v).

ويُعدّ الفاراد وحدة كبيرة جداً من الناحية العمليّة، لذا فإننا في معظم الحالات نتعامل مع مكثّفات سعتها أصغر بكثير من 1 فاراد، ونحتاج إلى التعبير عنها بأجزاء الفاراد، وهي:

$$1mF = 10^{-3}\ F\ ;\ 1\mu F = 10^{-6}\ F\ ;\ 1nF = 10^{-9}\ F\ ;\ 1pF = 10^{-12}\ F$$

وتعتمد السعة C (بالفاراد F) على عدة عوامل توضحها العلاقة: $C = \varepsilon * \frac{A}{d}$، انظر شكل (2). حيث:

A: مساحة كل من اللوحين (بالمتر المربع m^2).

d: المسافة الفاصلة بين اللوحين (بالمتر m).

ε: ثابت السماحية الكهربائية (المطلقة) لمادة العازل (Permittivity of Dielectric).

نشاط (3)

مكثّف سعته 0.0002 فاراد، قم بالتعبير عن هذه القيمة مستخدماً كلاً من الوحدات المذكورة.

5) المكثّفات الثابتة والمُتغيِّرة:

تقسم المكثّفات حسب ثبات سعتها أو تغيرها إلى نوعين أساسيّين هما:

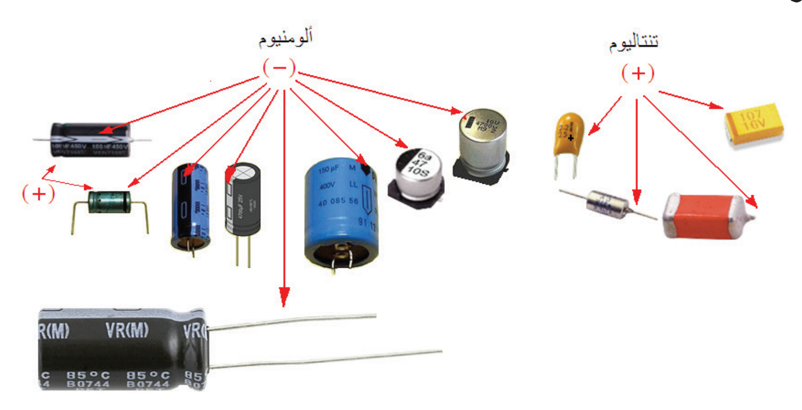
أ- المكثّفات الثابتة: وهي مكثّفات يتم تصنيعها بقيم ثابتة لا يتاح للمستخدم تعديلها.

ب- المكثّفات المُتغيِّرة: يمكن للمستخدم تعديل سعاتها ضمن مدى واسع نسبياً (مكثّف مُتغيِّر) أو على شكل تغييرات طفيفة بالبيكو فاراد مثلاً (مكثّف ضبط دقيق Trimmer).

6) المكثّفات القطبيّة وغير القطبيّة:

أ- المكثّفات القطبيّة: يكون أحد طرفيها موجب القطبيّة والآخر سالباً، ويتمّ تمييز طرفيها بعدة طرق كما في الشكل (6)، ومعظم المكثّفات الكيميائيّة مكثّفات قطبيّة.

ب- المكثّفات غير القطبيّة.



شكل (6): تمييز أطراف المكثفات القطبية

7) تصنيف المكثّفات حسب المادة العازلة:

تختلف المادة العازلة المستخدمة في المكثّفات، فهناك:

1. المكثّفات الكيميائيّة أو الإلكتروليتية (Electrolyte): وهي مكثّفات قطبيّة تحتوي مادة إلكتروليتية تعمل كعازل، وتمتاز بسعاتها الكبيرة. تستخدم في دارات التنعيم، ومنع مرور التيّار المستمرّ، لكنها غالباً لا تتحمل الجهود العالية، ولا تستخدم مع التيّار المتناوب. ويوجد منها نوعان، هما: مكثّفات الألومنيوم (Aluminum) ومكثّفات التنتاليوم (Tantalum).

2. مكثّفات السيراميك (Ceramic): وهي صغيرة الحجم، عدسية الشكل، غير قطبيّة، تتراوح قيمها من 1pF إلى 1μ، وتمتاز باستقراريتها في الترددات العالية. وتستخدم عادةً كمكثّفات تمرير في دارات التيّار المتناوب.

3. مكثّفات الميكا (Mica): أسعارها غالية، وسعاتها قليلة، لكنها تمتاز باستقرارية عالية لتغيرات الحرارة، وتتحمل الجهود الكبيرة. تستخدم في دارات الجهد العالي، ودارات الرنين، والمرشحّات، ودارات التردّد العالي.

وهناك المكثّفات الفلمية والورقية والبلاستيكية، والمكثّف الهوائي (المُتغيِّر في العادة).

8) أنواع المكثّفات حسب تكنولوجيا التصنيع:

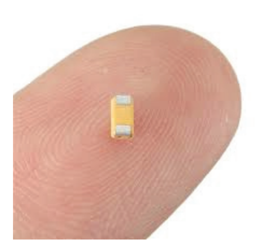
أ- المكثّفات العادية: بأنواعها وأشكالها المختلفة.

ب- المكثّفات فائقة السعة (Super Capacitors): وهي مكثّفات كيميائيّة لا تقلّ سعتها عن أجزاء الفاراد (0.47 F = 470,000 µF مثلاً) وبعضها يصل إلى مئات الفاراد، ولكن جهودها التشغيلية منخفضة. وهي تستخدم كبطّاريّات لأغراض خاصة (شكل 7 – أ).

ج- المكثّفات السطحيّة (Surface Mounted- SMD): هي مكثّفات صغيرة جداً، وليس لها أرجل للتوصيل (شكل 7 – ب)؛ لذلك فهي أكثر ملاءمة لعمليات التثبيت المؤتمتة.







(أ) المكثفات فائقة السعة

(ب) المكثفات السطحية

شكل (7): أنواع خاصة من المكثفات

9) قياس سعة المكثّف:

حاول التعرف على الأجهزة (شكل 8). ما الوظيفة المشتركة بين جميع هذه الأجهزة؟

تقاس سعة المكثّفات باستخدام أجهزة قياس السعة، والتي قد تكون أجهزة منفصلة، أو ضمن أجهزة قياس أشمل (شكل)، ومنها:

- جهاز قياس السعة الرقميّ (DCM).
- جهاز قياس السعة والحثّيّة الرقميّ (LC meter).
- جهاز قياس السعة والحثّيّة والمقاومة الرقميّ (LCR meter).
- جهاز القياس الرقميّ متعدد الأغراض (DMM).



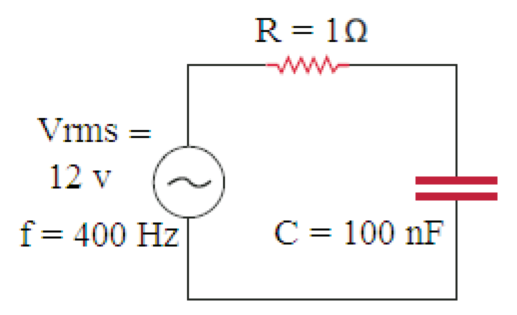




شكل (8): أجهزة قياس السعة والحثية

10) المكثّفات في دارات التيّار المتناوب:

إن الإعاقة التي تبديها المكثّفات أمام سريان التيّار الكهربائيّ المتناوب خلالها تختلف حسب تردّد إشارة التيّار المارّ فيها، فتقلّ إعاقة المكثّف لمرور التيّار المتناوب كلما زاد تردّد هذا التيّار. ويطلق على هذه الإعاقة اسم (المفاعلة السعويّة للمكثّف Capacitive Reactance X_C)، وهي تتناسب عكسيّاً مع التردّد حسب العلاقة الآتية:



شكل (9): حساب المفاعلة السعوية للمكثف

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

حيث: X_C: المفاعلة السعويّة للمكثّف (بالأوم).

f: تردّد التيّار (بالهيرتز).

C: سعة المكثّف (بالفاراد).

مثال: حساب المفاعلة السعويّة للمكثّف (C1) في الدارة (شكل 9)، ثم احسب تيّار الدارة مع إهمال قيمة المقاومة الصغيرة R.

الحل: $X_C = 1/(2\pi fC)$

$= 1/(2 * 3.14 * 400 * 100 * 10^{-9})$

$= 3980.9\ \Omega$

$I = V/X_C$

$= 12/3981$

$= 3\ mA$

كم تصبح قيمة X_C وكم تصبح قيمة التيّار I إذا خفّضنا تردّد المصدر إلى 50 Hz؟

١١) الرموز الفنيّة للمكثّفات:

يبين (شكل 10) التالي مجموعة من الرموز الفنيّة الشائعة لأنواع متعدِّدة من المكثّفات.

(أ) مكثف (رمز عام) | (ب) مكثف متغير | (ج) مكثف متغير ضبط دقيق | (د) مكثفات قطبية ثابتة

شكل (10): الرموز الفنية للمكثفات



3-2 الموقف التعليمي التعلّمي الثالث:

تركيب المكثّفات (Capacitors)

وصف الموقف التعليمي التعلّمي: أحضر إليك أحد الزبائن جهاز هاتف لا يعمل بشكل جيد بسبب ارتفاع التشويش أثناء المكالمات، وعندما قمت بفتح الجهاز لاحظت بالنظر أن أحد مكثّفات السيراميك على اللوحة الداخلية للجهاز (المكثّف الموصول على التوازي بين طرفي مدخل الخط الهاتفي) قد انفصل أحد طرفيه، ولم يعد صالحاً للتركيب، فلزم استبداله بمكثّف مماثل أو ما يكافئه من خلال قيم المكثّفات المتوفرة في الورشة، كيف يمكنك استبدال هذا المكثّف عمليّاً لإصلاح العطل في الجهاز؟

العمل الكامل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجيّة**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • ظاهرة العطل. • حالة جهاز الهاتف عند اتصاله مع الخط الهاتفي • أجمع البيانات عن: • قيم المكثّفات، وترميزها، وخصائصها الفنيّة. • طرق توصيل المكثّفات. • مكثف التمرير (على مدخل الخط الهاتفي في اللوحة).	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطي للزبون، جداول ترقيم المكثّفات وترميزها ومواصفاتها الفنيّة. • التكنولوجيا: الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (المواصفات الفنية للمكثفات، استخداماتها، طرق توصيلها، أعطالها واستبدالها) • تحديد خطوات العمل: • تحليل الرموز الظاهرة على المكثّف المراد استبداله لمعرفة سعته وجهده التشغيلي. • استخدام جهاز (LCR meter) لقياس سعة المكثّف إن أمكن. • الاتّفاق على حل للمشكلة، وتحديد القيم العناصر • عمل قائمة بقيم المكثّفات المتوفرة. • تصميم عدة بدائل للمكثّف التالف.	• عمل الفريق. • النقاش الجماعيّ. • الحوار. • العصف الذهني.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، جداول ترقيم المكثّفات وترميزها، الرموز الظاهرة على المنتجات وتحليلها. • • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أُنفِّذ	• فك المكثّف التالف عن اللوحة باستخدام طرق فك لحام القصدير. • تحليل البيانات الظاهرة على المكثف التالف. • توصيل المكثّفات على التوالي، أو على التوازي للحصول على أقرب قيمة لسعة المكثّف التالف. • استخدام (LCR) لقياس السعة المكافئة. • عدم توصيل المكثّفات الكيميائيّة في دارات (AC) ما لم يرد خلاف ذلك. • عدم تجاوز فولتية التشغيل القصوى لأي مكثّف • استبدال المكثّف التالف وتثبيته على اللوحة بلحام القصدير.	• الحوار والمناقشة • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: مكثّفات قطبيّة وغير قطبيّة ذات سعات وجهود تشغيل مختلفة، لوحة تجميع العناصر، جهاز (LCR meter)، لوحة جهاز الهاتف قيد الإصلاح، أدوات فك لحام القصدير، كاوي وسلك لحام قصدير، عِدَد يدويّة (قطّاعة، عرّاية، مفكّات). • التكنولوجيا: الإنترنت.
أَتَحَقّق	• أقارن القيم المعطاة بالترقيم أو الترميز على المكثّفات والقيم المقيسة بوساطة (LCR). • أتحقّق من السعة المكافئة (مقارنة القيم المحسوبة والقيم المقيسة). • اختبار عمل الهاتف والتحقّق من إصلاح الخلل. • تجربة بدائل أخرى وتقييم النتائج.	• البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات من الشركة الصانعة. • أجهزة ومعدات: DMM، LCR، جهاز الهاتف قبل الاستبدال وبعدها، خط هاتفي. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّق، وأقدِّم	• أوثّق نتائج العمل على شكل جدول بأنواع المكثّفات وقيمها المقرّرة وقيمها الفعلية. • أرسم مجموعتين من المكافئات (التوازي والتوالي) للمكثّف المراد استبداله. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تركيب المكثفات في الدارات الكهربائية).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: جهاز عرض (LCD)، جهاز حاسوب. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوِّم	• أقارن القيم المحسوبة بالمقيسة. • أقارن أداء جهاز الهاتف بآخر سليم. • رضا الزبون عن النتيجة بعد الإصلاح. • مطابقة المعايير الفنية لعمل الجهاز.	• الحوار والمناقشة (نقاش جماعيّ، نقاش مع الزبون) • البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنية، معايير الجودة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.



الأسئلة:

ما أهمية وصل مكثّف على التوازي بين طرفي مدخل الخط الهاتفي في جهاز الهاتف؟
برأيك: ما المواصفات الملائمة لمثل هذا المكثّف (من ناحية النوع، والسعة، والجهد التشغيلي)؟

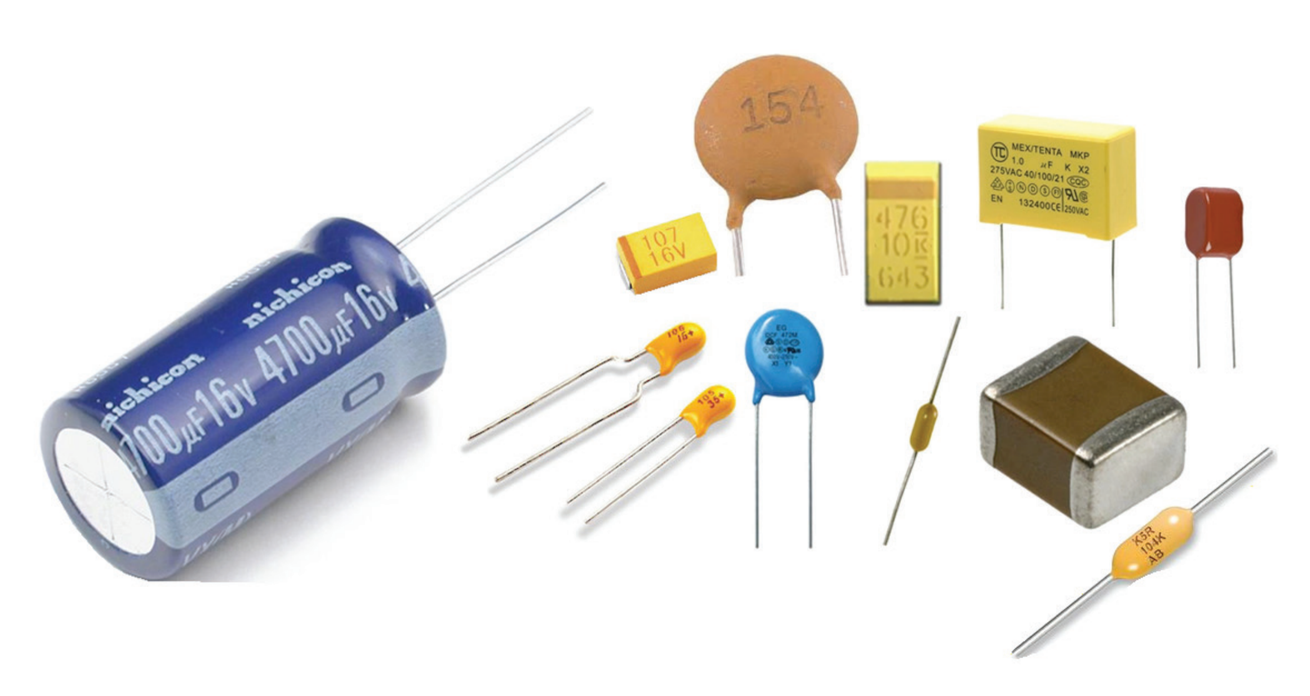
- علّل: لا تستخدم المكثّفات الإلكتروليتية عادةً في دارات التيّار المتناوب.
- تفحص دارة التغذية على لوحة أي جهاز إلكترونيّ متاح في المشغل. ماذا تلاحظ بخصوص المكثّفات في هذا الجزء من اللوحة؟ حاول تفسير ذلك.



أتعلّم:

دارات المكثّفات (Capacitor Circuits)

نشاط (1) مجموعة من المكثّفات، هل بوسعك التعرف على المواصفات الفنّيّة للمكثّفات في الصورة (شكل 1)؟
من خلال الأرقام والرموز الظاهرة على أجسام هذه المكثّفات؟ هل يمكنك تسمية بعض استخداماتها؟



شكل (1): مكثفات متنوعة

1) الاستخدامات العمليّة للمكثّفات:

المكثّفات من أكثر العناصر استخداماً في الدارات الكهربائيّة بعد المقاومات، ومن أهم استخداماتها في التطبيقات العمليّة:

أ- الربط: يستخدم المكثّف للربط بين دارتين بهدف السماح للإشارة الكهربائيّة ذات التيّار المتردّد (AC) بالمرور من إحداهما إلى الأخرى مع منع التيّار المستمرّ (DC).

ب- التمرير: ويستخدم المكثّف في هذه الحالة لتمرير إشارات التشويش ذات الترددات العالية إلى الأرض.

ج- التنعيم (في دارات التغذية): لتخفيف معامل التموّج في الموجة الكهربائيّة بعد تقويمها.

د- التنغيم (التوليف): في دارات الرنين وناخبات القنوات المختلفة.

هـ- دارات المرشحّات، والمذبذبات، والمؤقّتات، وغيرها.

2) المواصفات الفنّيّة للمكثّفات:

عند تركيب المكثّف أو استبداله في الدارات الكهربائيّة لا بد من الانتباه إلى مواصفاته الفنّيّة، وخاصة ما يأتي:

أ- السعة: يجب أن تكون سعة المكثّف المراد تركيبه مطابقة للقيمة المطلوبة أو لسعة المكثّف المراد استبداله. ويتمّ تصنيع المكثّفات (الثابتة) بقيم سعات معيارية محدّدة، تغطي معظم الاحتياجات العمليّة، ومن أمثلتها: 0.1μF, 1μF,2.2μF, 4.7 μF, 100μF

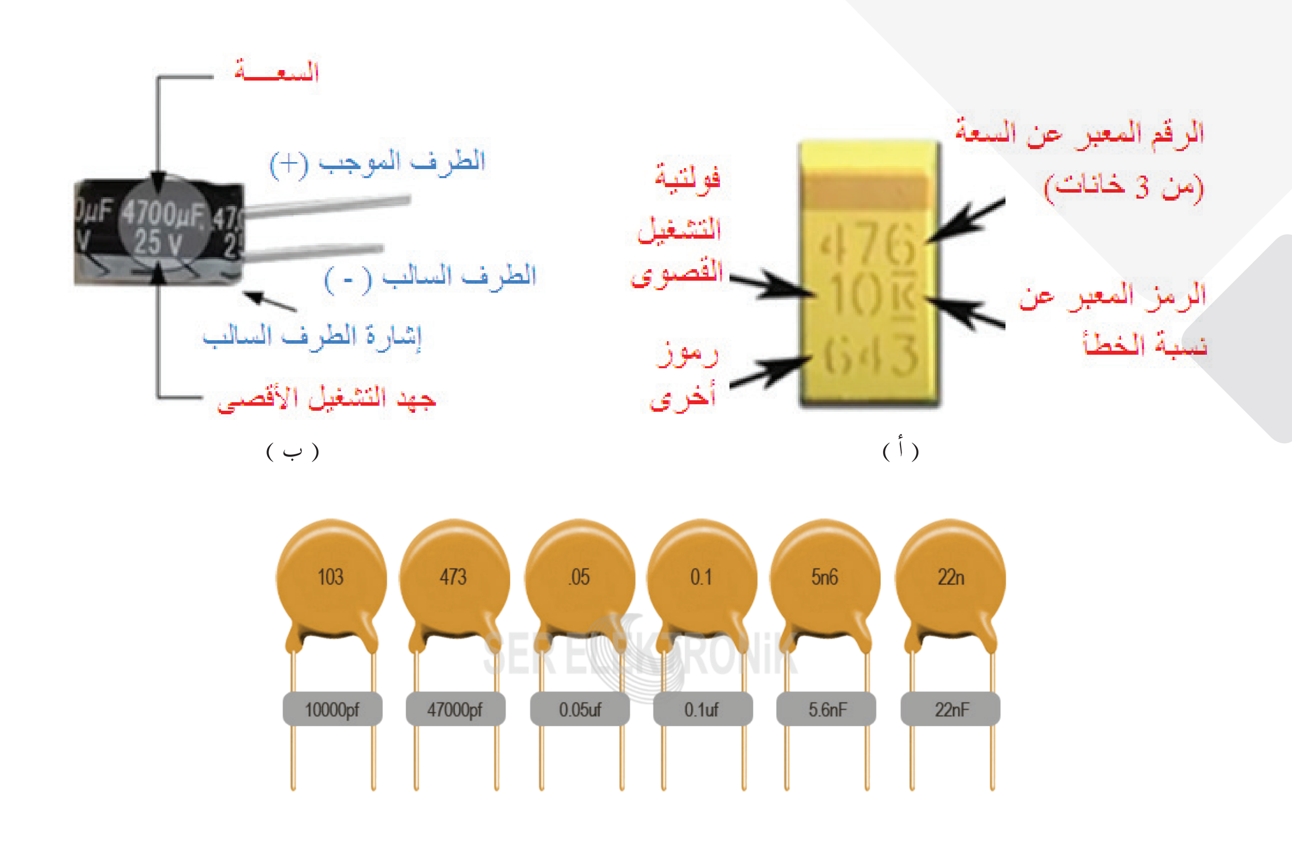
وتظهر السعة على جسم المكثّف إما بشكل صريح (شكل 2 - أ) أو على شكل رموز ذات دلالة معيّنة (شكل 2 – ب، ج) حيث:

- يتم التعبير عن السعة بثلاث خانات على الصورة xxn حيث تشير الخانتان xx على اليسار إلى (القيمة) بينما تشير الخانة الثالثة n إلى (معامل الضرب للقوة 10)، فتكون السعة = 10n * xx
- تعطى السعة بالبيكو فاراد pF ما لم توجد دلالة على خلاف ذلك (شكل 2 - ج).

ب- فولتية التشغيل القصوى: وهي أقصى فرق جهد مسموح به بين طرفي المكثّف . وعند التركيب يجوز أن تكون فولتية التشغيل القصوى للمكثّف المراد تركيبه مساوية أو أكبر من القيمة المطلوبة في المخطّط أو المبيّنة على المكثّف المراد استبداله، ولكن لا يجوز العكس.

ج- نوع المكثّف: وعلى وجه الخّصوص مراعاة كون المكثّف قطبياً أو غير قطبي، وتحديد القطبيّة الصحيحة عند التركيب.

د- السماحية (نسبة الخطأ): وهي نسبة مئوية تمثّل نسبة الخطأ المحتملة في سعة المكثّف زيادةً أو نقصاً عن قيمته المقرّرة، ويشار إليها في العادة على شكل رموز، مثل J (وتعني ±5%) أو K (وتعني ±10%) ... إلخ.



(ج)

شكل (2): أنظمة ترميز مختلفة للمكثفات

3) فحص صلاحية المكثّفات وتحديد أعطالها:

قبل تركيب المكثّفات أو استبدالها نقوم بالتأكّد من سعتها باستخدام جهاز قياس السعة، ويفضّل ألا نكتفي بقياس سعة المكثّف أو قراءة البيانات الظاهرة عليه، بل نقوم بفحص صلاحيّته بطريقة أخرى قبل تركيبه.

نشاط (2) قم باستخدام جهاز الملتميتر (DMM) بعد ضبطه على وضعيّة قياس المقاومات (R) لهذه الغاية، ما الحالة التي ظهرت لديك (من بين الحالات التالية)؟

أ- المقاومة بين طرفي المكثّف تبدأ صغيرة ثم تزداد بالتدريج حتى تصل إلى وضعيّة الدارة المفتوحة (OL)، وهذا يدلّ على أن المكثّف (صالح) ويعمل بشكل سليم.

لقد قام جهاز القياس (الملتميتر) في هذه الحالة بعمليّة شحن للمكثّف، وفي نفس الوقت قياس مقاومته لحظةً بعد أخرى، إلى أن اكتمل شحن المكثّف فأصبح يعمل كدارة مفتوحة مقاومتها عالية للغاية ولا تسمح بمرور الشحنات الكهربائيّة (التيّار) في الدارة.

ب- المقاومة بين طرفي المكثّف قريبة من الصفر: وهذا يدلّ على (عطل) المكثّف، وتحوله إلى دارة قصر (Short Circuit) بسبب انهيار العازل بين الموصلين.

ج- المقاومة بين طرفي المكثّف لا تعطي أية قراءة (OL): وهذا يدلّ على (عطل) المكثّف، وتحوله إلى دارة مفتوحة (Open Circuit) بسبب تلف الألواح أو حدوث فصل في أحد أطرافه. (لاحظ أن هذه الحالة لا تصلح لفحص المكثّفات ذات السعة الصغيرة. لماذا؟)

د- المكثّف يتصرف وكأنه مقاومة كهربائيّة ذات قيمة ثابتة: وهذا يدلّ على (عطل) المكثّف، بسبب تلف مادة العازل وفقدانها خواصها الكهربائيّة.

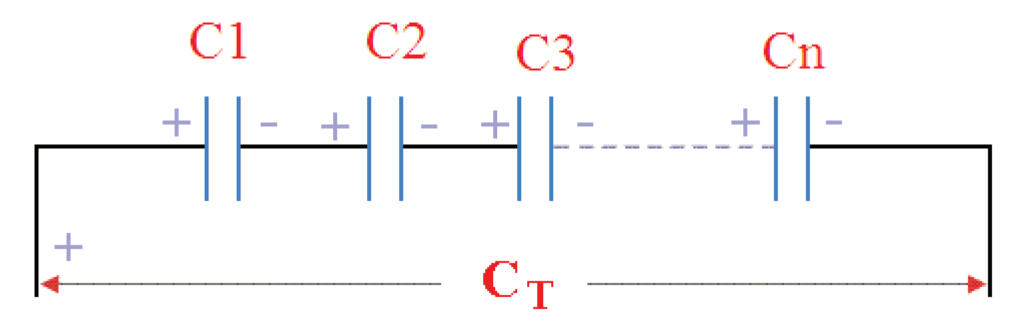
4) توصيل المكثّفات:

ماذا نسمي توصيل العناصر الإلكترونيّة في كلّ من (شكل3) و(شكل 4)؟

توصل المكثّفات على التوالي أو على التوازي للحصول على سعة جديدة نكون بحاجة إليها.

توصيل المكثّفات على التوالي:

عند توصيل المكثّفات C1، C2، C3، ... على التوالي، (شكل 3) فإن السعة الكلية المكافئة للمجموعة هي CT، حيث:



شكل (3): توصيل المكثفات على التوالي

$$\frac{1}{CT} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \cdots$$

أي أن السعة الناتجة عن توصيل المكثّفات على التوالي تكون أصغر من أصغر سعة لأفراد المجموعة.

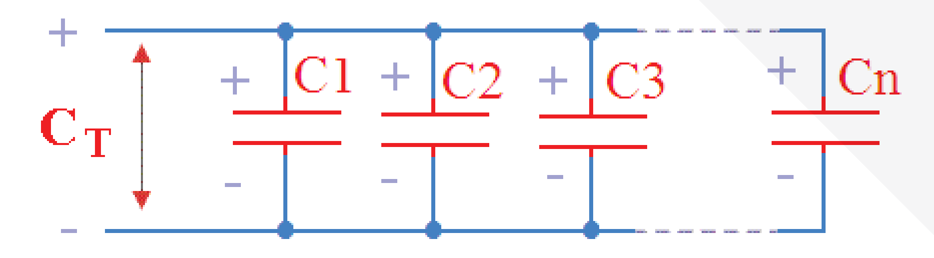
وعلى وجه الخِّصوص في حالة وصل مكثّفين اثنين على التوالي فإن:

$$C_T = \frac{C1 * C2}{C1 + C2}$$

للبحث: ما تأثير توصيل المكثّفات على الجهد التشغيلي للمجموعة الناتجة بعد التوصيل؟

توصيل المكثّفات على التوازي:

عند وصل المكثّفات C1، C2، C3، ... على التوازي، (شكل 4)



شكل (4): توصيل المكثفات على التوازي

فإن السعة الكلية المكافئة للمجموعة هي C_T، حيث:

$$C_T = C1 + C2 + C3 + \dots$$

أي أن السعة الناتجة عن توصيل المكثّفات على التوازي هي مجموع سعات أفراد المجموعة.

وعلى وجه الخِّصوص، في حالة وصل مكثّفات متساوية السعة (C1)على التوازي فإن C_T هي:

$$C_T = n.C1$$

حيث n: عدد المكثّفات

مثال: مكثّفان سعة كلّ منهما 100 ميكرو فاراد، جد السعة المكافئة عند وصلهما

(أ): على التوالي (ب): على التوازي.

الحل: (أ): عند وصل المكثّفين على التوالي:

$$C_T = \frac{C1 * C2}{C1 + C2}$$

$$C_T = \frac{100 * 100}{100 + 100} = \frac{10000}{200} = 50\ \mu F$$

ملاحظة: عند وصل مكثّفين متساويين على التوالي فإن السعة الناتجة C_T هي نصف سعة أحدهما.

أي أن:

$$C_T = C1/2$$

(ب): عند وصل المكثّفين على التوازي:

$$C_T = C1 + C2$$

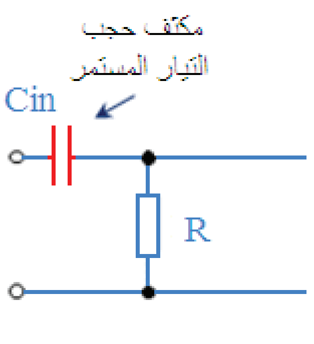
$$C_T = 100 + 100 = 200\ \mu F$$

ملاحظة: عند وصل مكثّفين متساويين على التوازي فإن السعة الناتجة C_T هي ضعف سعة أحدهما.

أي أن: $C_T = 2^*C1$

نشاط (3) مكثّفات الربط أو حجب التيّار المستمرّ (DC Blocking Capacitors)

تميل المكثّفات بصورة عامة إلى التصرف كدارة مفتوحة (Open Circuit) أمام مرور التيّار الكهربائيّ المستمرّ (DC) بينما تميل إلى التصرف كدارة قصر (Short Circuit) أمام التيّارات المتناوبة ذات التردّد العالي. لذلك يتم توصيل المكثّف على التوالي (in Series) مع الخط الداخل إلى الدارات الكهربائيّة التي نريد منع مرور إشارة التيّار المستمرّ من الدخول إليها (DC Blocking)، مع السماح لإشارة التيّار المتناوب بالمرور، شكل (5).

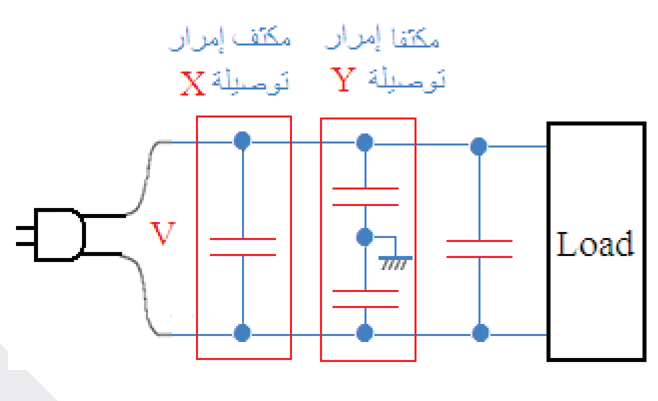


شكل (5): مكثف ربط
(لحجب التيار المستمر)

تعرف على مكثّف ربط في أحد الأجهزة في مشغلك.

نشاط (4) مكثّفات التمرير (Bypass Capacitors)

لنفس الأسباب المذكورة في الحالة السابقة فإن مكثّف التمرير هو مكثّف صغير القيمة في العادة، يتم وصله على التوازي مع الحمل أو مصدر القدرة المتناوبة، أو أية مرحلة من مراحل الدارات الكهربائيّة بهدف التخلص من الإشارات غير المرغوبة عالية التردّد كإشارات التشويش المختلفة (التي تكون في معظم الحالات ذات تردّد أعلى من الإشارات المرغوبة) ومنع انتقالها إلى المراحل اللاحقة، وخاصة مراحل تضخيم الإشارات. ويمكن وصل مكثّفات التمرير بطريقة (X) أو طريقة (Y) كما يبيّن الشكل (6).

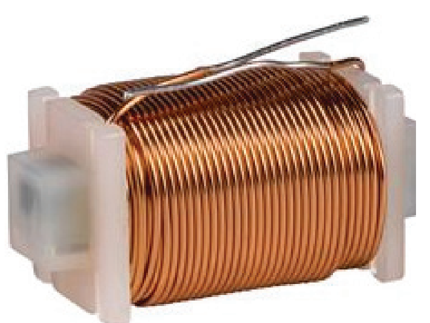


شكل (6): مكثفات تمرير

تعرف على مكثّف ربط في أحد الأجهزة في مشغلك، ثم قم بالرجوع إلى شبكة الإنترنت للبحث في استخدامات المكثّفات في الدارات الإلكترونيّة المختلفة.

4-2 الموقف التعليمي التعلّمي الرابع:

تمييز الملفّات (Coils) وفحصها



وصف الموقف التعليمي التعلّمي: في دارة إلكترونيّة تحتوي العديد من الملفّات (Coils) والمرحِّلات (Relays) اشتكى أحد الزبائن من تأخير عمليّة الإطفاء في الدارة، وأن الجهاز يستمر في العمل فترة من الزمن بعد أن يقوم المستخدم بفصل مصدر التغذية عنه، يتوجب عليك القيام بتقديم تفسير علمي وعملي لهذه الظاهرة (تمهيداً لإيجاد حلول عمليّة لها)، وذلك من خلال بناء دارة كهربائيّة بسيطة، واختبار عملها.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلِّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • طبيعة المشكلة. • التأخير الزمني في إطفاء دارة الملف. • أجمع البيانات عن: • الملفّات والمغناطيس الكهربائيّ. • الحثية الكهربائيّة. • دارات الملفات الكهربائية.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطّيّ للزبون، جداول العناصر وأشكالها ورموزها الفنّيّة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (الحثية وقياسها، المغناطيس الكهربائي وكيفية لفه، دارات التيار المتناوب). • تحديد خطوات العمل: • كيفية لف مغناطيس كهربائي. • تحديد العناصر اللازمة وقيمها. • جهود التغذية ونوعها.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، المواصفات الفنية للملفات. • • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أُنفِّذ	• تعرية الأسلاك بالعرّاية وليس بحرق أطرافها، وتعرية السلك المطلي عن طريق لحام أطرافه. • لف مغناطيس كهربائيّ وتجريبه أو استخدام ملف ملائم من حيث نوع القلب وعدد اللفّات. • التحقّق من المجال المغناطيسيّ للملفّ. • قياس حثّيّة الملفّ عند وضعيّات مختلفة لقلبه الحديدي وتدوين القيم. • قياس حثّيّة الملفّات بـ (LCR meter) وتسجيلها • بناء الدارة الكهربائيّة لإنشاء المجال المغناطيسيّ وتفريغه خلال المصباح أو الثنائي (LED). • تشغيل الدارة في وضعيّة الوصل والفصل ورصد قوّة إضاءة المصباح. • رصد زمن بناء المجال المغناطيسيّ وانهياره عند قيم من الملفّات والمقاومات وتسجيل النتائج (عمل جدول بقيم العناصر والزمن في كلّ حالة).	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: مغناطيس كهربائيّ أو أسلاك معزولة وأدوات لعمله (قطّاعة، مسمار، عرّاية)، ملفّات ومقاومات كربونية متنوّعة، مفتاح كهربائيّ 3 مواضع، مصابيح صغيرة وقواعدها أو ثنائيات LED، لوحة تجميع العناصر، بطّاريّة 9 فولت أو مصدر تغذية مستمرّة، LCR meter، ساعة لقياس الوقت. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أَتَحَقَّق	• أتحقّق من العلاقة بين عدد اللفّات وشدّة المجال المغناطيسيّ للملفّ. • أتحقّق من العلاقة بين عدد اللفّات وحثّيّة الملف. • أتحقّق من تأثير طول الملفّ ومساحة مقطعه على الحثّيّة. • أتحقق من تأثير نوع مادة القلب ووضعيّة القلب نفسه داخل الملف على حثّيّته.	• البحث العلمي	• الوثائق: المواصفات الفنية للملفات والعناصر الأخرى. • أجهزة ومعدات: أجهزة القياس الكهربائيّة وقياس الطول والزمن. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدِّم	• أوثِّق قيم الملفات المستخدمة ومواصفاتها الفنية. • أوثِّق طريقة ونتائج بناء المغناطيس الكهربائي على شكل ملاحظات علميّة. • أوثِّق نتائج العمل على شكل جداول. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز الملفات وفحصها).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • • قرطاسية، منصة عرض.
أُقوِّم	• رضا الزبون عن النتائج بما يتوافق مع طلبه. • مطابقة عمل الدارة للمعايير والقيم المحسوبة.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنّيّة للملفّات. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. ما العلاقة بين عدد اللفّات وشدّة المجال المغناطيسيّ للملفّ؟ وكذلك بين عدد اللفّات وحثّيّة الملفّ؟
2. ما رأيك في كلّ من النوابض والملفّات المعدنيّة في الشكل التالي المستخدمة في بعض الأدوات المنزليّة والشخصيّة (شكل 1)، هل يمكن اعتبارها ملفّات كهربائيّة؟ ماذا تتوقع أن تكون قراءة جهاز قياس السعة الحثّيّة والمقاومة الرقميّ LCR meter عند استخدامه لقياس الحثّيّة بين أطراف كلّ منها؟ هل ستختلف إجابتك بتغيير مادة القلب (قلب معدني أو هوائي مثلاً)؟



شكل (1): نوابض معدنية تستخدم في أدوات مختلفة

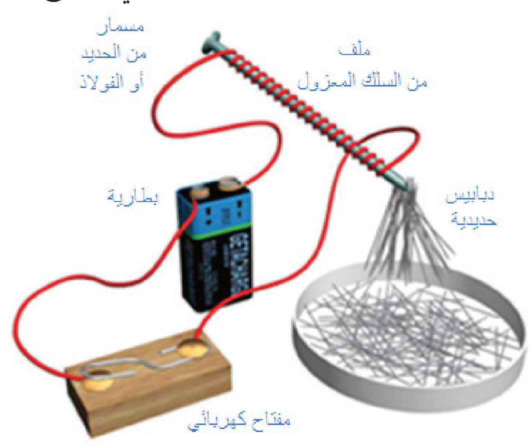
ابحث عمليّاً وبشكل ذاتي في كيفيّة عمل ملف من عدة طبقات. قم بتجربة عدة طرق لعمل الملفّ، وسجل ملاحظاتك حول الحثّيّة التي تحصل عليها، وشدّة المجال المغناطيسيّ الّذي يظهره الملفّ عند مرور التيّار الكهربائيّ خلاله. ماذا تستنتج؟



أتعلَّم:

الملف الكهربائيّ (Coil or Inductor)

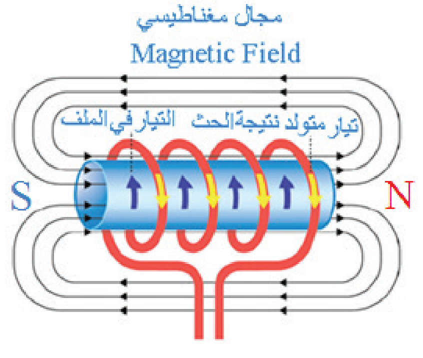
نشاط (1) انظر إلى الدارة الكهربائيّة المبيّنة في النشاط (شكل 2)، كيف يمكن الحصول على المغناطيس الكهربائيّ؟ ما الّذي يحدث عند إغلاق المفتاح الكهربائيّ وعند فتحه من جديد؟ كيف يمكنك زيادة شدّة المجال المغناطيسيّ الناتج؟



شكل (2): عمل مغناطيس كهربائي بسيط

1) الملف الكهربائيّ (Coil):

يتكون الملفّ الكهربائيّ من عدد من اللفّات من سلك موصل معزول يتم لفها حول قلب من مادة ما، وهو عنصر كهربائيّ يمتلك خاصية تخزين الطاقة الكهربائيّة على شكل مجال مغناطيسي حوله (شكل 3).



شكل (3) المجال المغناطيسي للملف

2) بناء المجال المغناطيسيّ حول الملف:

عند توصيل الملفّ في دارة تيّار مستمر (شكل 4) تتولّد بين طرفي الملفّ قوّة دافعة كهربائيّة معاكسة للقوة الدافعة لمصدر التغذية، تعمل على إعاقة التغير (التزايد) في قيمة التيّار الكهربائيّ المارّ خلال الملف؛ مما يجعل التيّار ينمو خلال الدارة ببطء. وتسمّى هذه الخاصية (الحثّيّة الكهربائيّة للملفّ Inductance)، ويرمز لها بالرمز L.

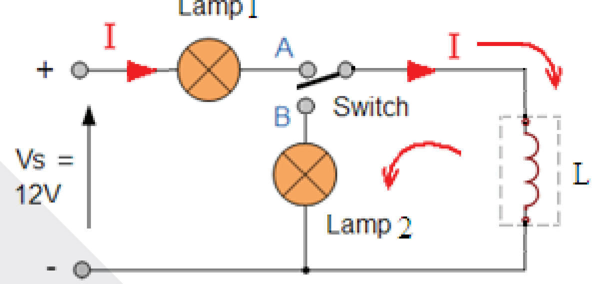
وحين تستقر الدارة ويصل التيّار المارّ خلال الملفّ إلى قيمته النهائية تصبح هذه القوة الدافعة الحثّيّة بين طرفي الملفّ صفراً، ويصبح الملفّ (المثالي) مجرّد سلك موصل (Short Circuit). في هذه الأثناء يكون الملفّ قد قام بشكل تدريجي ببناء مجال مغناطيسي حول نفسه، وهذا ما يعرف بالمغناطيس الكهربائيّ.

تعتمد شدّة المجال المغناطيسيّ (وبالتالي مقدار الطاقة الكهربائيّة المختزنة في الملف) بتناسب طرديّ على كلّ من:

(أ) حثّيّة الملفّ (L)

(ب) شدّة التيّار الكهربائيّ (I) المارّ خلال الملف

من الناحية العملية يمكنك استخدام ثنائيات باعثة للضوء (LED) أو مصابيح LED مناسبة في الدارة شكل (4).



شكل (4) تحول المجال المغناطيسي للملف إلى تيار كهربائي

3) انهيار المجال المغناطيسيّ:

عند فصل مصدر التغذية الكهربائيّة عن الدارة (شكل 4) تتولّد بين طرفي الملفّ قوّة دافعة كهربائيّة حثّيّة تعمل على إعاقة التغير (التناقص) في قيمة التيّار الكهربائيّ المارّ خلال الملف، ويكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة الدافعة لمصدر التغذية الكهربائيّة؛ مما يجعل التيّار الكهربائيّ يتلاشى خلال الدارة ببطء.

في هذه الأثناء يبدأ المجال المغناطيسيّ حول الملفّ بالانهيار والتلاشي بشكل تدريجي، أي أن الطاقة المختزنة على شكل مجال مغناطيسي قد تحوّلت إلى تيّار كهربائيّ يتناقص بالتدريج حتى يصبح صفراً بعد فترة من الزمن.

4) وحدة قياس الحثّيّة والعوامل التي تعتمد عليها:

تقاس الحثّيّة (L) بوحدة الهنري (H)، وتختلف قيمتها من ملف لآخر، اعتماداً على العوامل التالية (شكل 5):

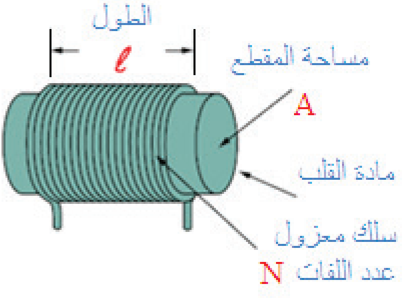
أ- عدد اللفّات (N).

ب- طول الملفّ (ℓ).

ج- مساحة المقطع (A).

د- مادة القلب (يختلف معامل النفاذية المغناطيسيّة μ من مادة لأخرى).

وتتناسب حثّيّة الملف (L) طرديّاً مع كلّ من عدد اللفّات (N) والنفاذية المغناطيسيّة للقلب (μ)، وعكسيّاً مع كلّ من مساحة المقطع (A) وطول الملفّ (ℓ).



شكل (5): العوامل التي تعتمد عليها حثية الملف

ويُعدّ الهنري وحدة كبيرة نسبياً من الناحية العمليّة، لذا فإننا في كثير من الحالات نتعامل مع ملفّات حثيتها أصغر بكثير من 1 هنري، ونحتاج إلى التعبير عنها بأجزاء الهنري، وخاصة:

$1mH = 10^{-3}\ H\ ;\ 1\mu H = 10^{-6}\ H$

5) المواصفات الفنّيّة للملفّات:

أهم المواصفات الفنّيّة للملفّات هي: الحثّيّة (بالهنري)، المقاومة (بالأوم) للتيّار المستمرّ (DC)، القدرة (بالواط)، مادة القلب، ونوع العازل.

6) أجهزة قياس حثّيّة الملفّات:

تقاس حثّيّة الملفّات باستخدام أجهزة قياس الحثّيّة، والتي قد تكون أجهزة منفصلة أو ضمن أجهزة قياس أشمل، ومن الأجهزة المستخدمة لقياس حثّيّة الملفّات:

أ- جهاز قياس السعة والحثّيّة الرقميّ (LC meter or LCD meter).

ب- جهاز قياس السعة والحثّيّة والمقاومة (LCR meter).

7) تصنيف الملفّات حسب ثبات قيمتها وتغيرها:

أ- ملفّات ثابتة: وهي الملفّات التي يتم تصنيعها بقيمة حثّيّة ثابتة، لا يتاح للمستخدم تغييرها.

ب- ملفّات مُتغيِّرة: وهي تشبه المقاومات المُتغيِّرة في مبدأ عملها، ويستطيع المستخدم أو الفني تعديل حثّيّة الملفّ بتدوير قرص متحرك أو بتحريك جزء منزلق طولياً.

8) تصنيف الملفّات حسب مادة قلب الملف:

أ- ملفّات ذات قلب حديدي: وتستخدم في دارات التردّد المنخفض، كالتردّدات السمعية وهي التردّدات الواقعة بين (20 Hz – 20 KHz).

ب- ملفّات ذات قلب من الفرايت: وتستخدم في دارات التردّدات المتوسطة، كما في أجهزة الاستقبال الإذاعي (الراديو) التي تعمل بتعديل الاتساع AM، (540 KHz – 1600 KHz).

ج- ملفّات ذات قلب هوائي: وتستخدم في دارات التردّدات العالية (فوق 2 MHz)، كما في دارات التنغيم في أجهزة الراديو.

9) الملفّات في دارات التيّار المتناوب:

بخلاف المقاومات الكربونية الثابتة فإن الإعاقة التي تبديها الملفّات أمام سريان التيّار الكهربائيّ المتناوب خلالها لا تعتمد فقط على حثّيّة الملفّ (L)، بل تختلف أيضاً حسب تردّد إشارة التيّار المتناوب المارّ فيها، فتزداد إعاقة الملفّ لمرور التيّار المتناوب كلما زاد تردّد هذا التيّار.

ويطلق على هذه الإعاقة اسم (المفاعلة الحثّيّة للملفّ X_L (Inductive Reactance)، وهي تتناسب طرديّاً مع التردّد حسب العلاقة الآتية:

$$X_L = 2\pi f L$$

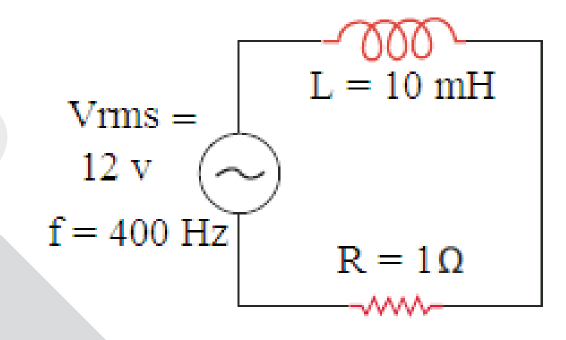
حيث:

X_L: المفاعلة الحثّيّة للملفّ (بالأوم)

f: تردّد التيّار (بالهيرتز)

L: حثّيّة الملفّ (بالهنري)

مثال: احسب المفاعلة الحثّيّة للملفّ (L) في الدارة (شكل 6)، ثم احسب شدّة تيّار الملفّ (تيّار الدارة) مع إهمال قيمة المقاومة الصغيرة (R).



شكل (6): احسب المفاعلة الحثية للملف

الحل: $X_L = 2\,\pi\,f\,L$

$= 2 * 3.14 * 400 * 10 * 10^{-3}$

$= 25.1\ \Omega$

$I = V/X_L$

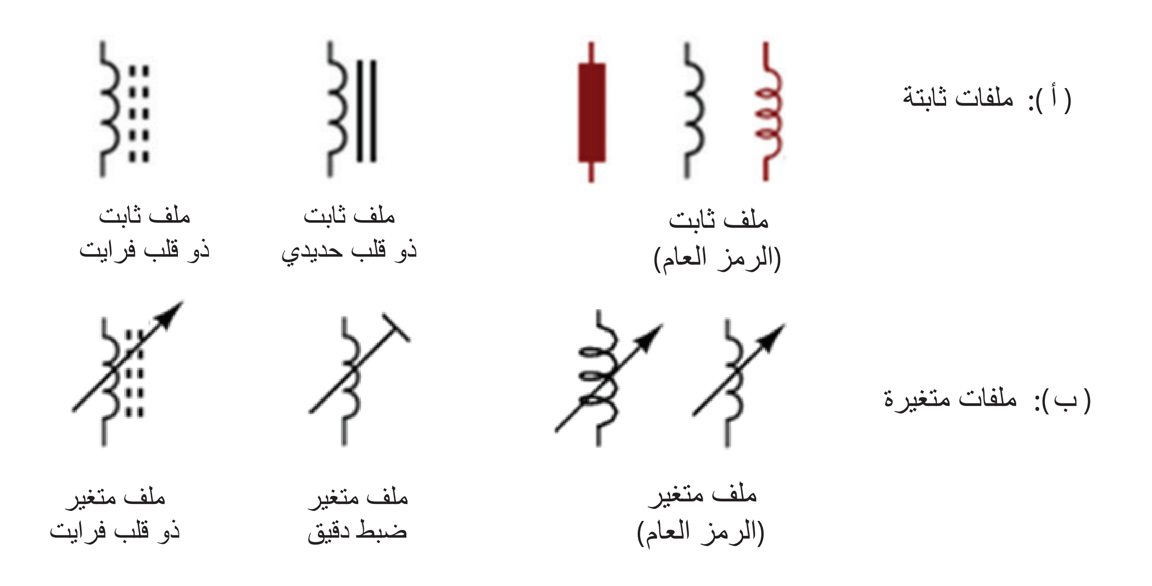
$= 12/25.1$

$= 478\ mA$

كم تصبح قيمة (X_L) وكم تصبح قيمة التيّار إذا رفعنا تردّد المصدر إلى 50 KHz؟

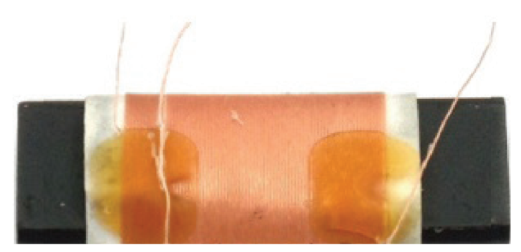
10) الرموز الفنّيّة للملفّات:

وهذه رموز فنّيّة شائعة الاستخدام للملفّات المختلفة (شكل 7).



شكل (7): الرموز الفنّيّة للملفات

5-2 الموقف التعليمي التّعلمي الخامس:



تركيب الملفّات (Coils)

وصف الموقف التعليمي التّعلمي: جهاز اتصال لا سلكي (Wireless) يعمل على الموجة القصيرة (SW)، ويقوم بتنغيم الإشارة الكهرومغناطيسية المستقبلة من خلال دارة تنغيم تحتوي على مكثّف مُتغيِّر وملف كهربائيّ حثيته L=8.2μH، وقد تعرض هذا الملفّ للتلف بسبب تآكل أجزاء من المادة العازلة حول السلك النحاسي المكون منه الملف، وأردت استبداله من خلال قيم الملفّات المشابهة في الشكل والمتوفرة في الورشة، أو القيام بلف بديل عنه (يدوياً) إن لزم، بحيث تكون له الحثّيّة نفسها.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • ظاهرة العطل ومعاينة الملفّ التالف. • سبب تعطل جهاز الاتصال اللاسلكي للزبون. • أجمع البيانات عن: • فحص صلاحية الملفات وتحديد أعطالها. • لف الملفات واستبدال الملفات التالفة. • طرق توصيل الملفات.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطي للزبون، المواصفات الفنية للملفات. • التكنولوجيا: الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).
أُخطِّط، وأقرِّر	• يناقش الطلبة (داخل المجموعة) جميع المعلومات التي تمّ جمعها خلال المرحلة السابقة. • الاتّفاق على طرق الفحص وتحديد عطل الملف. • تحديد المواصفات الفنّيّة للملفّ المطلوب. • تصميم عدة بدائل للملفّ التالف من خلال توصيل ملفّين أو أكثر.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • البحث العلمي.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، المعلومات الموضّحة على لوحة الجهاز أو المخطّط، المواصفات الفنية للملف • التكنولوجيا: الإنترنت.

أُنفِّذ	• استخدام جهاز (LCR meter) لقياس حثّيّة الملفّات ثم مقارنتها بالقيم المقرّرة. • فحص صلاحية الملفّات المتوفرة باستخدام (DMM) لتحديد التالفة منها ونوع العطل ثم تصنيفها حسب أعطالها. • توصيل الملفّات على التوالي وعلى التوازي والتحقّق من الحثّيّة المكافئة في كل حالة. • توفير بدائل متعدِّدة حسب القيمة المطلوبة. • عدم توصيل الملفّات مع مصدر التغذية بشكل مباشر قبل التأكّد من ملاءمة قيم مقاوماتها (خوفاً من القصر والحرارة الزائدة وانصهار الأسلاك). • الحذر من توصيل الملفّات ذات الحثّيّة الصغيرة أو المقاومة الصغيرة مع مصادر التغذية دون وجود مقاومة مناسبة على التوالي معها للحماية. • عمل ملف (يدوي) بالقيمة المطلوبة. • استبدال الملفّ التالف.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: الملف التالف (منفرداً أو على لوحة الجهاز)، جهاز قياس السعة والحثّيّة الرقميّ (LCR meter)، لوحة تجميع العناصر، أسلاك التوصيل، أدوات اللِّحام وفكه، ملفّات متنوّعة بعضها تالف، سلك معزول، عدد يدويّة بسيطة (قطّاعة، عرّاية، مفكّات). • التكنولوجيا: فيديوهات تعليمية حول عملية لحام القصدير وصور لنقطة اللحام الجيدة.
أَتَحقّق	• التحقّق من الحثّيّة المكافئة في حالات التوالي والتوازي. • اختبار قيم الحثّيّة لعدة بدائل من التوصيلات. • اختبار الجهاز بعد استبدال الملفّ التالف والتحقّق من إصلاح الخلل. • تجربة بدائل أخرى وتقييم النتائج.	• البحث العلمي	• الوثائق: لائحة المواصفات الفنيّة للملفّ • أجهزة ومعدات: LCR meter، جهاز اتصال لا سلكي متوافق، جهاز DMM. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدِّم	• أوثّق نتائج العمل على شكل جدول بأنواع الملفّات المتوفرة وقيمها المقرّرة وقيمها الفعلية. • أرسم مجموعتين مكافئتين للملفّ المراد استبداله (إحداهما توازي والأخرى توالي). • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تركيب الملفات الكهربائية).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.

أقوّم	• مقارنة القيم المحسوبة بالقيم المقيسة. • مقارنة أداء جهاز اللاسلكي بآخر سليم. • رضا الزبون.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• دليل استخدام جهاز اللاسلكي. • معايير جودة المنتج.

الأسئلة:

1- ناقش العبارة الآتية: تميل الملفّات للتصرف كدارة مفتوحة أمام التيّار المستمرّ لحظة إغلاق الدارة، ثم تميل للتصرف كدارة قصر بعد فترة كافية من الزمن.

2- علل: عند عمل ملف من عدة طبقات يجب بدء كلّ طبقة من نفس الطرف والقيام بعمليّة اللف في نفس الاتجاه.



أتعلَّم:

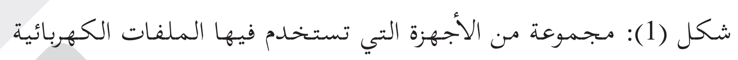
دارات الملفّات (Inductor Circuits)

نشاط (1)

انظر إلى الأجهزة والآليات المبيّنة في الشكل المجاور (شكل 1). في أي من هذه الأجهزة والآليات توجد الملفّات الكهربائيّة؟







شكل (1): مجموعة من الأجهزة التي تستخدم فيها الملفات الكهربائية

1) الاستخدامات العمليّة للملفّات:

تستخدم الملفّات في كثير من التطبيقات الكهربائيّة والإلكترونيّة العامة، أهمها:

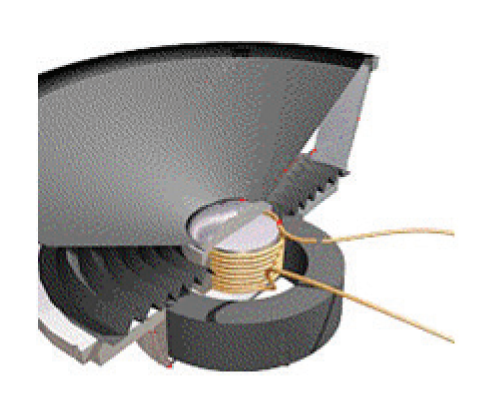
1. المولّدات والمحرّكات الكهربائيّة بأنواعها المختلفة.
2. المحوّلات الكهربائيّة (ومن ضمنها محوّلات المواءمة).
3. المرحلات الكهروميكانيكية والملامسات (الكونتاكترات).
4. ملفّات الإشعال كما في مصابيح النيون أو محرّكات السيارات.
5. دارات الترشيح في أجهزة التغذية الكهربائيّة.
6. دارات الإخماد والحماية من التغيرات المفاجئة في التيّار.

بالإضافة إلى كثير من التطبيقات الأكثر اختصاصاً في مجال الاتصالات، وأهمّها:

1. المذبذبات.
2. المرشّحات.
3. دارات الرنين (لانتخاب القنوات الراديويّة والتلفازية مثلاً).
4. هوائيات أجهزة الاستقبال الإذاعية (هوائي على شكل ملف).
5. تطبيقات واسعة في مجال الاتصالات والرادار والتردّدات العالية.

2) فحص صلاحية الملفّات وتحديد أعطالها:

في الشكل (2) المجاور ما نوع العطل في ملف السماعة؟



شكل (2): ملف سماعة تالف

قبل تركيب الملفّات أو لفها أو استبدالها، نقوم أولاً بالتأكّد من مواصفاتها الفنّيّة ومطابقتها لما هو مقرر في التطبيقات المختلفة، كالحثّيّة والمقاومة ومادة الموصل وقطر الملفّ ونوع العازل ومادة القلب. وفي بعض الأحيان يعطي عدد اللفّات وقطر الملفّ وطوله (تعبيراً عن الحثّيّة)، وتعطي سماكة السلك الموصل وطوله (تعبيراً عن المقاومة).

وفي بعض التطبيقات كالمذبذبات ودارات التردّدات الراديويّة تتركز الأهمية على قياس حثّيّة الملفّ والتأكّد من دقتها (اذكر اثنين من الأجهزة التي يمكنك استخدامها لهذا الغرض).

وتتعرّض الملفّات عموماً إلى أحد الأعطال التالية، التي يمكننا استخدام جهاز الملتميتر (DMM) بعد ضبطه على وضعيّة قياس المقاومات (R) للكشف عنها:

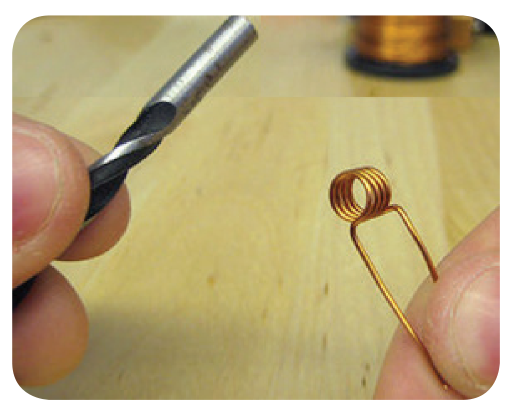
أ- دارة قصر (short circuit) نتيجة انهيار مادة العازل المغلِّفة لأسلاك الملفّ بفعل الحرارة الزائدة. ويحدث هذا العطل إذا تعرض الملفّ لتيّار كهربائيّ عالٍ أو ظروف تشغيلية جعلت درجة حرارته تتجاوز القيمة المقرّرة. وفي هذه الحالة تكون المقاومة بين طرفي الملفّ صغيرة جداً تقارب 0Ω. وتجدر الملاحظة هنا أن بعض الملفّات تكون المقاومة بين طرفيها صغيرة أصلاً (أقل من 1 أوم).

ب- دارة مفتوحة (Open circuit) نتيجة حدوث قطع في سلك الملف، أو انفصال أحد أطرافه. وفي هذه الحالة تكون المقاومة بين طرفي الملفّ (مالا نهاية ∞).

ج- تماسّ موضعي بين أجزاء الموصل (Contact): ويحدث هذا العطل عند تآكل مادة العازل في موضع محدّد بين بعض اللفّات. وفي هذه الحالة قد يصعب تمييز انخفاض المقاومة عن قيمتها المقرّرة، فينحصر الحل العمليّ في فحص الملفّ عن طريق قياس الحثّيّة.

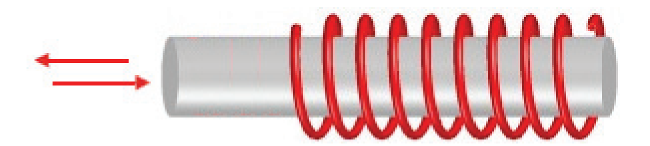
3) عمل ملف ذي حثّيّة محدّدة (يدوياً):

نحتاج أحياناً إلى لف بعض الملفّات بأنفسنا للحصول على قيمة الحثّيّة المطلوبة (شكل 3). ومن المهم في هذه الحالة تحديد مادة القلب التي سيتم استخدامها في الملف، كما ويفضّل مراعاة أبعاد الملفّ (إذا توفرت المعرفة بسماكة السلك، وقطر الملفّ، وطوله، وعدد لفاته)، ولكن في كثير من الاستخدامات يكفي أن تكون حثّيّة الملفّ مطابقة للقيمة المطلوبة.



شكل (3): توصيل الملفات على التوالي

في حالة الملفّات الهوائية يمكنك لف السلك المعزول حول جسم أسطوانيّ رقيق (من البلاستيك مثلاً) والاستمرار في قياس الحثّيّة كلما زدت في عدد اللفّات، حتى تصل إلى القيمة المطلوبة، ثم تقوم بسحب الأسطوانة، وتعيد التأكّد من صحة القراءة. بالطبع تحتاج إلى تعرية طرفي السلك باستخدام أداة مناسبة لتسهيل عمليّة أخذ القياسات. وبعد اكتمال عمليّة اللف، وقطع السلك الزائد ستحتاج إلى تعرية الطرف الَّذي تمّ عنده القطع؛ ليصبح الملفّ جاهزاً للتركيب في الدارة.



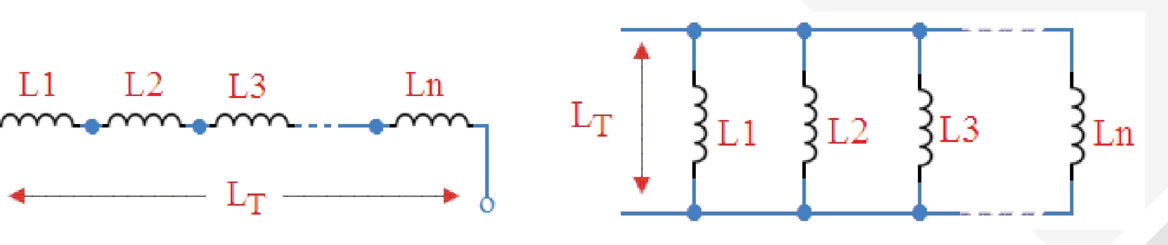
شكل (4): تحريك القلب الحديدي إلى خارج الملفّ يقلل الحثّيّة

لاحظ أن استخدام أسطوانة حديدية أثناء اللف سيؤدّي إلى اختلاف كبير في الحثّيّة. ويمكنك ملاحظة تغير القراءة باستمرار على شاشة جهاز القياس (LCR meter) أثناء قيامك بتحريك القلب الحديدي إلى خارج الملفّ، أو إعادته نحو الداخل (شكل 4)، بينما طرفا الملفّ موصولان بجهاز القياس (جربها).

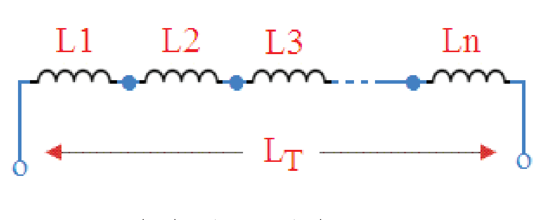
توصيل الملفّات:

ما نوع توصيل الملفّات (شكل 5 - أ) و (شكل 5 - ب)؟

توصل الملفّات على التوالي أو على التوازي للحصول على حثّيّة جديدة نكون بحاجة إليها.



شكل (5): أ- توصيل الملفات على التوازي.



ب- توصيل الملفات على التوالي.

توصيل الملفّات على التوالي:

عند توصيل عدد من الملفّات L1، L2، L3، ... على التوالي، (شكل 5 - ب) فإن الحثّيّة الكلية المكافئة للمجموعة هي L_T، حيث:

$$L_T = L1 + L2 + L3 + \dots$$

أي أن الحثّيّة الناتجة عن توصيل الملفّات على التوالي تساوي مجموع حثيات أفراد المجموعة.

وعلى وجه الخِّصوص، في حالة وصل ملفّات متساوية الحثّيّة (L1) على التوالي فإن (L_T) هي:

$$L_T = n.L1$$

حيث n: عدد الملفّات

توصيل الملفّات على التوازي:

عند توصيل عدد من الملفّات L1، L2، L3، ... على التوازي، (شكل 5 - ب) فإن الحثّيّة الكلية المكافئة للمجموعة هي L_T، حيث:

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L1} + \frac{1}{L2} + \frac{1}{L3} + \cdots$$

أي أن الحثّيّة الناتجة عن توصيل الملفّات على التوازي تكون أصغر من أصغر حثّيّة لأفراد المجموعة.

وعلى وجه الخِّصوص في حالة وصل ملفّين اثنين على التوازي فإن: $L_T = \dfrac{L1 * L2}{L1 + L2}$

مثال: ملفان متساويان حثّيّة كلّ منهما 40 m H، جد الحثّيّة المكافئة عند توصيل الملفّين:

(أ): على التوالي (ب): على التوازي.

الحل: (أ): عند توصيل الملفّين على التوالي:

$$L_T = L1 + L2$$

$$= 40 + 40 = 80 \text{ mH}$$

ملاحظة: عند وصل ملفّين متساويين على التوالي فإن الحثّيّة الناتجة L_T هي ضعف حثّيّة أحدهما. **أي أن:** $L_T = 2 * L1$

(ب): عند وصل الملفّين على التوازي:

$$L_T = \frac{L1 * L2}{L1 + L2}$$

$$L_T = \frac{40 * 40}{40 + 40} = \frac{1600}{80} = 20 \text{ mH}$$

ملاحظة: عند وصل ملفّين متساويين على التوازي فإن الحثّيّة الناتجة (L_T) هي نصف حثّيّة أحدهما. **أي أن:** $L_T = L1/2$

نشاط (2) ملفّات الإخماد (Choke Coils)



تستخدم ملفّات الإخماد (Choke Coils) في الدارات الكهربائيّة بهدف منع الترددات العالية من الدخول إلى الدارة الكهربائيّة مع السماح للتردّدات المنخفضة والتيّار المستمرّ. وتكون ملفوفة في العادة على قلب من الفرايت وذات حثّيّة كبيرة نسبياً (شكل 6).

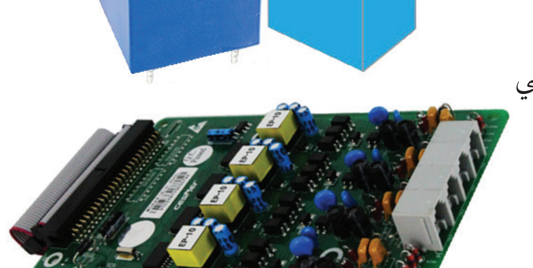


شكل (6): ملف إخماد
(Choke) 20 mH، 2 Ampere

وهناك بشكل خاص ملفّات حجب التردّدات الراديويّة (Radio Frequency Chokes - RFC)، التي تقوم بتمرير التردّدات السمعية بينما تمنع مرور التردّدات الراديويّة.

ارجع إلى شبكة الإنترنت للبحث عن ملفّات (RFC)، وأشكالها، ومواصفاتها الفنيّة، واستخداماتها العمليّة.

6-2 الموقف التعليمي التعلمي السادس:
فحص المرحِّل (الريليه Relay) وتركيبه



شكل (1): لوحة مقسم هاتفي ذي 4 خطوط خارجية

وصف الموقف التعليمي التعلمي: مقسم هاتفي داخلي خاص (سنترال) في إحدى المؤسسات، يتَّصل به 4 خطوط خارجية. تحتوي الدارة الإلكترونيّة لكل خط على مرحّل (Relay) لتحسّس حالة رفع سماعة الهاتف، من أجل إجراء المكالمات الخارجية (شكل 1). تعطّلت دارة أحد الخطوط، فطلب إليك فني الصيانة فحص المرحِّل فيها، واستبداله في حال تبيَّن أنه تالف.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلِّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • الخطوط الهاتفية المستخدمة في المقسم الفرعي. • الخطوط الهاتفية المتوقفة نتيجة العطل. • أجمع البيانات عن: • تركيب وعمل المرحِّلات الكهروميكانيكية. • فحص المرحِّلات الكهروميكانيكية واستبدالها.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: طلب الزبون، أدلة الشركة الصانعة، مخطّط الأجزاء الداخلية للمرحل ومخطط توصيلات الأطراف. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (تركيب المرحل ومبدأ عمله، تحديد أطرافه، المواصفات الفنية للمرحلات، فحص المرحل وتحديد أعطاله واستبداله). • تحديد خطوات العمل: • كيفية معرفة المواصفات الفنية للمرحل التالف. • كيفية فحص صلاحية المرحل وتحديد أطرافه. • إعداد مخطط دارة تحكم بسيطة باستخدام مرحل. • تحديد القيم الملائمة للعناصر في الدارة. • تحديد أطراف تغذية الدارة وجهود التشغيل ونوعيتها. • تحديد البدائل المتوفرة حسب مواصفات المرحِّل التالف من حيث الجهود والتيّارات وعدد الأطراف وترتيبها.	• الحوار والمناقشة • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، أدلة الشركات الصانعة، البيانات الظاهرة على أجسام المرحِّلات، مواصفات الأحمال من حيث التيّار الأقصى لكل حمل. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أُنفِّذ	• فحص عدة مرحلات لتحديد أطرافها، مع التوثيق بالرسم من أجل الخطوات اللاحقة. • فحص صلاحية المرحِّلات وتصنيف أعطالها. • تثبيت المرحِّل على لوحة تجميع العناصر. • بناء دارة تحكم بسيطة بحملين كهربائيّين (مصباحين) عن طريق مرحّل مناسب. • توصيل دارات الأحمال والتحكم وتغذيتها وتشغيلها (مع مراعاة التوصيل الصحيح لأطراف المرحِّلات والمحوّلات حسب مخطّطات الأطراف تجنباً لاحتراقها). • استخدام أدوات توصيل آمنة لدارة الحمل، وعدم ترك الأطراف المعرّاة مكشوفة أثناء التشغيل. • فحص صلاحيّة المرحِّل المشكوك فيه. • استبدال المرحِّل التالف وتشغيل الجهاز.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: • مرحلات، لوحة تجميع العناصر، بطّاريّة 9 V أو مصدر تغذية مستمرّة، مقاومات كربونية، مفتاح كهربائيّ ذو موضعين، DMM، أسلاك توصيل مصدر القدرة العمومة وأدواتها، مصابيح كهربائيّة وقواعدها وأدوات توصيلها. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أَتحقَّق	• مقارنة نتائج فحص الأطراف ببيانات المنتج. • التحقّق من سلامة تثبيت المرحِّل على لوحة التجميع والتحقّق من أطرافه وصحة توصيلها قبل ربط الدارة بمصدر التغذية. • التحقّق من عمل الجهاز (أو الدارة) بعد استبدال المرحِّل التالف.	• البحث العلمي.	• الوثائق: أدلة الشركات الصانعة، البيانات المطبوعة على القطع، مخطّط صيانة الجهاز. • الأجهزة والمعدات: جهاز قياس (DMM). • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدِّم	• أوثِّق مخطّطات أطراف المرحلات. • أرسم المخطّطات التمثيلية للدارات مع القيم. • أوثِّق نتائج فحص الصلاحية مع التعليل المناسب لكل منها. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (فحص المرحل وتركيبه).	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.

أقوّم	• تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني. • تقييم طريقة فحص المرحل وتحديد أطرافه. • تقييم عملية التحكم باستخدام المرحل. • رضا الزبون.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: المخططات، أدلة الصيانة والاستخدام للجهاز الَّذي تم صيانته. • التكنولوجيا: الإنترنت.

الأسئلة:

1. كيف تفسر عدم ملاءمة المرحِّلات الكهروميكانيكية لاستخدام الفولتيّات المتناوبة (AC) على ملف المرحِّل (في أغلب الحالات)؟ وفي حالة أردنا استخدام التيّار المتناوب لتشغيل ملف المرحِّل، ماذا يمكنك أن تقول بخصوص التردّد الممكن استخدامه لهذه الغاية؟
2. مصباح كهربائيّ يتم تغذيته من مصدر القدرة العمومية (220 V AC)، ويتمّ التحكم في تشغيله وإيقاف تشغيله من خلال مرحّل كهروميكانيكي فولتية تشغيل ملفه (12 V DC)، وقد لوحظ أن المصباح يبقى في حالة تشغيل لفترة زمنية قصيرة بعد انقطاع إشارة التحكم، كيف تفسر ذلك؟
3. ارسم مخطّطاً لدارة كهربائيّة يشتغل حملها عند ضغط مفتاح التشغيل في دارة التحكم (مفتاح زر انضغاطي ذو تماس لحظي)، ويبقى الحمل في حالة تشغيل حتى بعد رفع اليد عن المفتاح وتحريره.

تلميح: (قد تحتاج مرحّلين اثنين في دارة التحكم، لإبقاء الحمل في حالة تشغيل بعد ضغط مفتاح التحكم وإفلاته).



أتعلَّم:

المرحل الكهربائيّ (Relay)



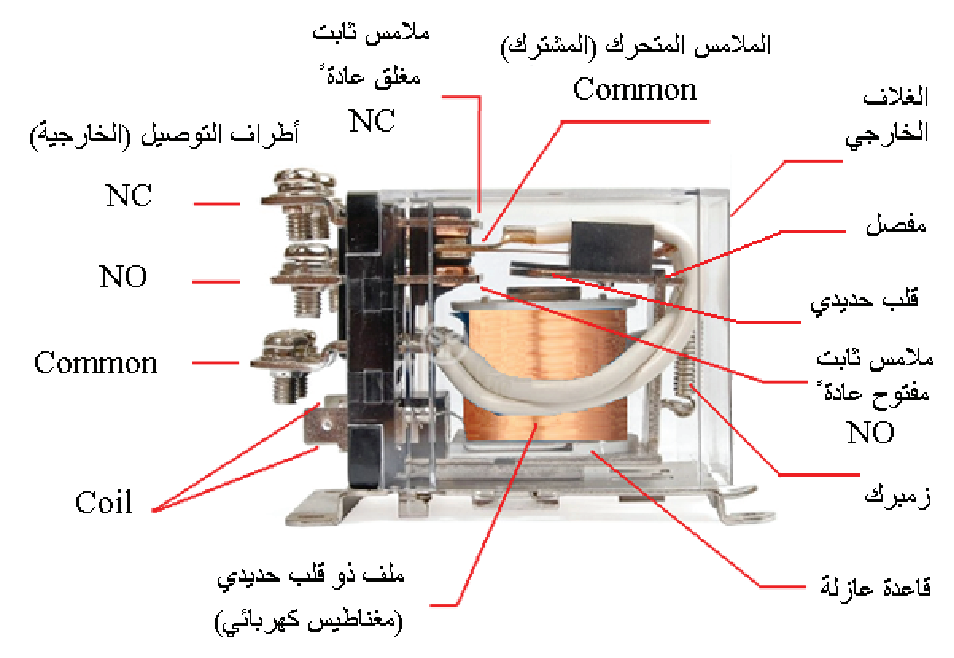
نشاط (1)

احصل من مشغلك على مرحّل ذي جسم شفاف كالموضح في (شكل 2). حاول أن تتعرف أجزاءه من الداخل، وتتبع توصيلات أطرافه الخارجية.

1) أجزاء المرحِّل الكهربائيّ (Relay):

يتكون المرحِّل الكهربائيّ من الأجزاء الرئيسة الآتية (شكل 2):

1. **الملف:** وهو ملف ذو قلب حديدي يعمل كمغناطيس كهربائيّ.
2. **الملامسات:** وهي في العادة 3 ملامسات (اثنان منها ثابتان والثالث متحرك):
   - ملامس ثابت مفتوح عادةً (NO) يغلق عند التشغيل.
   - ملامس ثابت مغلق عادةً (NC) يفتح عند التشغيل
   - ملامس متحرك وهو الملفّ المشترك (Common)
3. **أطراف التوصيل:** وهي في الحالة القياسية خمسة أطراف (طرفان للملفّ وثلاثة للملامسات)



شكل (2): أجزاء المرحل

ولكن أكثر أنواع المرحِّلات شيوعاً هي المرحِّلات ثُمانيّة الأطراف، وهي تلك التي تحتوي مجموعتين ثُلاثيتين من الملامسات إضافة إلى طرفي الملفّ (شكل 3)

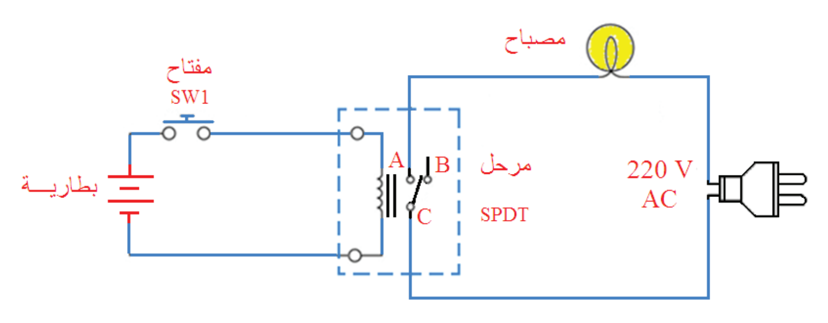
1) مبدأ عمل المرحِّل وآلية تشغيله:

يقوم مبدأ عمل المرحِّل الكهربائيّ (الريليه Relay) على أساس تشغيل أو إيقاف تشغيل دارة كهربائيّة هي (دارة الحمل)، التي تعمل عادة على تيّار كهربائيّ عالٍ (تيّار متناوب في أغلب الحالات)، من خلال تشغيل دارة أخرى هي (دارة التحكم)، التي يمرّ فيها تيّار كهربائيّ منخفض (تيّار مستمر في الغالب)، وتكون الدارتان معزولتين بعضهما عن بعض كهربائيّاً، متصلتين مغناطيسياً.

شكل (3): مرحّل ثماني الأطراف

ويمكن شرح آلية عمل المرحِّل الكهربائيّ بالنظر إلى الدارة (شكل 4) حيث تظهر لنا حالتان:

عندما يكون المفتاح (SW1) مفتوحاً لا يمرّ تيّار خلال ملف المرحِّل (دارة مفتوحة)، وتبقى الملامسات على حالتها الأصلية، فتكون دارة الحمل (المصباح الكهربائيّ مثلاً) مفتوحة، ولا يتم تشغيل الحمل.
عندما يتم إغلاق المفتاح (SW1) يمرّ التيّار الكهربائيّ خلال ملف المرحِّل (دارة مغلقة)، ويتولد حول الملفّ مجال مغناطيسي يجذب القلب الحديدي الَّذي يحمل الملامس المتحرك (المشترك)؛ ما يؤدّي إلى إغلاق دارة الحمل (المصباح الكهربائيّ)، ويتمّ تشغيل الحمل.



شكل (4): دارة بسيطة للتحكم بتشغيل حمل كهربائي باستخدام مرحل

سؤال (1): وضِّح من خلال الشكل (4) كيف يمكنك عكس عمل دارة الحمل بحيث يشتغل الحمل في الوضع الطبيعي (عندما يكون المفتاح (SW1) في دارة التحكم مفتوحاً)، ويتوقف الحمل عن العمل عندما يتم إغلاق المفتاح (SW1) في دارة التحكم.



سؤال (2): استناداً إلى ما سبق اشرح لنفسك عمل الدارة الكهربائيّة في الشكل (5).

3) أنواع المرحِّلات:

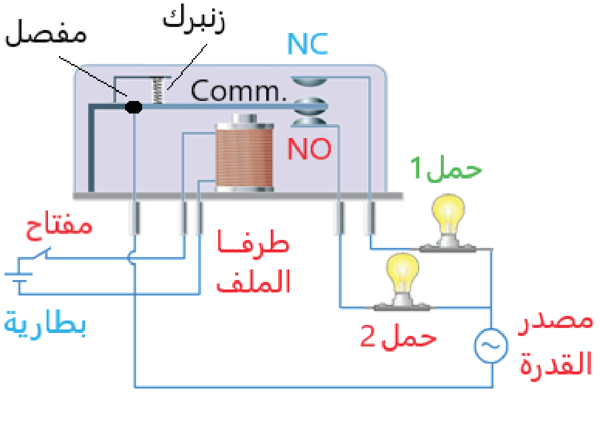
تقسم المرحِّلات الكهربائيّة حسب مبدأ عملها إلى عائلتين كبيرتين هما:

1. المرحلات الكهروميكانيكية (Electromechanical Relays- EMR): وهي المرحِّلات التي تعتمد على وجود مجال مغناطيسي وملامسات للفتح والإغلاق.
2. مرحِّلات الحالة الصلبة (Solid State Relays - SSR): وهي مرحِّلات إلكترونيّة ساكنة، كتلك التي تعتمد على وجود العناصر الضوئيّة (عناصر باعثة للضوء وأخرى حساسة للضوء). أي أن العزل الكهربائيّ بين دارة التحكم ودارة الحمل يكون عزلاً ضوئياً (ونسميه ربطاً ضوئياً كذلك)؛ لذلك فهي تخلو من أية أجزاء ميكانيكية أو ملامسات متحركة.

4) المواصفات الفنّيّة للمرحِّل:

عند اختيار المرحِّل المناسب لتطبيقٍ ما يجب مراعاة مواصفاته الفنّيّة، وعلى وجه الخّصوص:

1. فولتية تشغيل الملف: عبارة عن فرق الجهد اللازم لجعل ملف المرحِّل يولد مجالاً مغناطيسياً كافياً للعمل، مثل: 5V, 6V, 9V, 12V، ...، وبمعرفة مقاومة الملفّ يمكنك حساب التيّار اللازم لتشغيله.
2. الفولتيّة القصوى (أو التيّار الأقصى) للملامسات: قبل تركيب المرحِّل فإن من الضروري التأكّد من أن التيّار في دارة الحمل لا يتجاوز قيمة التيّار الأقصى لملامسات المرحِّل.



شكل (5): تشغيل دارتين بنفس إشارة التحكم باستخدام مرحل

5) استخدامات المرحِّل:

يستخدم المرحِّل الكهربائيّ في عدد لا حصر له من التطبيقات، يمكن إجمالها في فئتين:

1. التحكم بدارة تيّارها عالٍ من خلال دارة تيّار منخفض (تحقيق العزل الكهربائيّ).
2. تشغيل عدة دارات أو إطفاؤها من خلال إشارة تحكم واحدة.

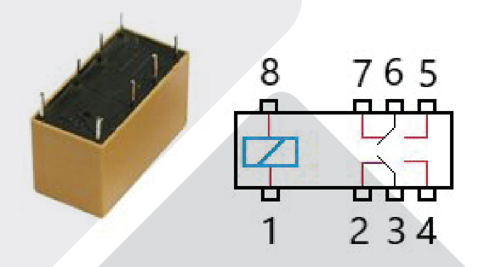
6) أعطال المرحِّلات:

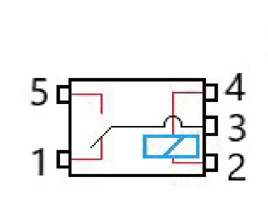
أكثر العوامل تسبباً في عطل المرحّلات الكهروميكانيكية هو وجود الأجزاء الميكانيكية المتحركة في داخلها، وفي الغالب فإن عمر المرحِّل هو عمر ملامساته. ويعطى العمر الافتراضي للمرحِّل (الكهروميكانيكي) بعدد مرات تحرك الملامسات قبل تلفها، والذي يكون عادة بملايين المرات. وتشير التجربة العمليّة إلى **حدوث الأعطال التالية في المرحِّلات:**

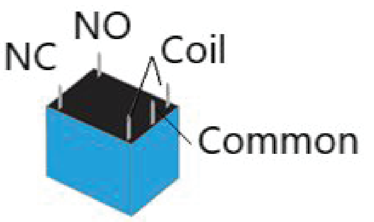
1. الملامسات لا تستجيب رغم تشغيل الملفّ (عالقة أو يوجد فصل في أحد الأطراف).
2. الحمل يستمر في التشغيل رغم غياب تيّار الملفّ (الملامسات عالقة).
3. حدوث دارة قصر بين الملامسات أو بين أطراف الملفّ.

7) فحص صلاحية المرحِّل وتحديد أطرافه:

تختلف مواضع أطراف التوصيل من مرحّل لآخر (شكل 6).

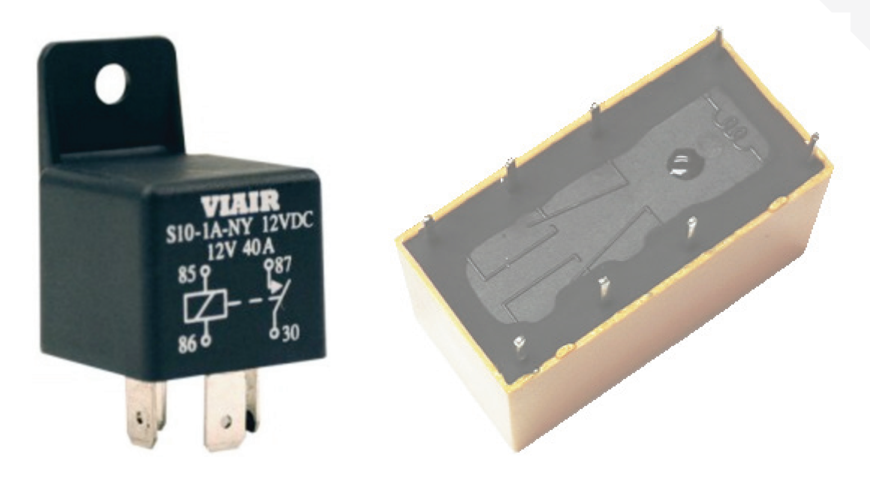






شكل (6): مخطط أطراف المراحل

وكثيراً ما يظهر مخطّط الأطراف مطبوعاً على جسم المرحِّل (من الشركة الصانعة)؛ مما يسهل عليك استخدامه، (شكل 7).



شكل (7): مرحّلات مع مخطط الأطراف مبيّناً عليها

ويمكن اتباع الخطوات الآتية لتحديد أطراف المرحِّل:

1. تحديد طرفي الملفّ (Coil): نستخدم الملتميتر (في وضعيّة قياس المقاومة (R) للبحث عن الطرفين اللذين تكون المقاومة بينهما ذات قراءة محدّدة ليست صفراً (Short) ولا ∞ (Open) فيكونان هما طرفي الملفّ.

2. تحديد الملامس المفتوح عادةً (NO): نستخدم الملتميتر كما في الخطوة السابقة للبحث عن الطرف الَّذي لا يعطي أية قراءة (أي أنه يعطي OL) مع كلّ من الطرفين الآخرين، فيكون هو الطرف المفتوح عادةً (NO).

3. تحديد الطرف المشترك (Common): نزوِّد الملفّ بفولتية تشغيل مناسبة وفي نفس الوقت نفحص المقاومة بين الطرف (NO) وكل من الطرفين الآخرين، فالطرف الَّذي يعطي مقاومة (صفر) يكون هو الطرف المتحرك (المشترك).

4. الطرف المتبقي في المجموعة الثلاثية من الملامسات يكون هو الطرف المغلق عادةً (NC).

نشاط (2) إذا كان جهاز الملتميتر المتوفر لديك يتضمن فاحص استمرارية (Continuity Tester) فقم بإعادة فحص المرحل وتحديد أطرافه المختلفة باستخدام فاحص الاستمرارية. ما الميزة التي حصلت عليها؟

ويتم فحص أعطال المرحِّل بنفس الطريقة والخطوات التي تستخدم لتحديد أطرافه.



نشاط (3)

مرحِّلات الحالة الصلبة (SSR)

تخلو مرحلات SSR من أية ملفات أو أجزاء متحركة، فهي تستخدم دارات من عناصر إلكترونية مختلفة تؤدي دور المرحل كالعناصر الضوئية وغيرها (شكل 8 - أ)



نشاط (4)

الملامسات الكهربائيّة (الكونتاكترات Contactors)



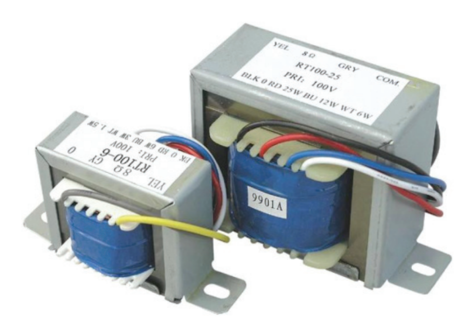


شكل (8): أ- مرحّل الحالة الصلبة SSR


ب- كونتاكتور

الكونتاكترات مرحِّلات تعمل بالتيّارات العالية (شكل 8 – ب)، وتستخدم في البيئات الصناعية مع الآلات والماكنات ثلاثية الطور (3 فاز).

ارجع إلى شبكة الإنترنت، ثم قدِّم لمدربك بحثاً قصيراً من صفحة واحدة عن كلّ من الموضوعين السابقين.



7-2 الموقف التعليمي التّعلمي السابع:

فحص المحوّلات، وتشغيل حمل أومي باستخدام محوّل

وصف الموقف التعليمي التّعلمي: أحضر تاجر لمحل قطع إلكترونيّة مجموعة من المحوّلات المختلفة إلى ورشة صيانة محولات كهربائية، وطلب تصنيف أنواع المحوّلات.

العمل الكامل			
خطوات العمل	**الوصف**	**المنهجية**	**الموارد**
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من تاجر لمحل قطع إلكترونية عن: • عدد المحولات الكهربائية المطلوب تصنيفها. • أجمع البيانات عن: • المحولات الكهربائية من حيث: التركيب، طريقة العمل، الأنواع، الخصائص والاستخدامات.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، أدلة الشركة الصانعة لأنواع المحولات ومواصفاتها الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بالمحولات الكهربائية أنواعها، تركيبها وطرق فحصها ..... الخ).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (المحولات الكهربائية) • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزمهم في التنفيذ. • تختار كل مجموعة المحول المراد فحصه وتشغيل حمل على مخرجه. • الارشادات والتعليمات الفنية لفحص أنواع المحولات. • الارشادات والتعليمات الفنية لضبط ساعة الفحص DMM لفحص أي محول كهربائي. • تشغيل حمل أومي. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (أدلة الشركة الصانعة لأنواع المحولات الكهربائية ومواصفاتها الفنية، مواصفات الأحمال من حيث التيار الأقصى لكل حمل).

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة الخاصة بالموقف: • عدم لمس أطراف الملف الابتدائي عند توصيل المحول بمصدر القدرة. • عند قياس الجهودد على أطراف المحول (الخافض أو الرافع) يجب وضع المدى (نطاق التدريج) أعلى من القيمة المراد قياسها لئلا يؤدي ذلك إلى تلف جهاز القياس. • عند قياس الجهود العالية، وخاصة مصدر القدرة العمومية، يجب التأكد من سلامة أطرف جهاز القياس وخلوها من أي تماس. • عدم ترك الأطراف العارية للأسلاك مكشوفة. • الاستعانة بالساعة الرقمية عند فحص المحول، وهو خارج الدارة الإلكترونية (للتأكد من سلامته) فنضع تدريج مدى النطاق على Ohm، أما عند فحص المحول بالدراة الإلكترونية نضع التدريج على V AC. • توزيع العدد والأدوات المناسبة لعملية الفحص • تصنيف المحولات حسب (الجهد أو التردد أو القلب). • اتباع التعليمات الصحيحة لإتمام عملية فحص المحول الكهربائي. • ضبط الساعة الرقمية على وضع الأوم واختيار المدى المناسب. • فصل القدرة عن المحول. • قياس مقاومة الملف الابتدائي. • قياس مقاومة الملف الثانوي. • توصيل مصدر جهد 220 V AC على أطراف الملف الابتدائي للمحول. • قياس فولتية الخرج على أطراف الملف الثانوي للمحول. • حساب تيار الحمل. • تحديد الحمل الأومي المراد تشغيله.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات: (محولات بأنواع وأشكال مختلفة، عراية أسلاك، لوح توصيل، ساعة رقمية DMM، مصباح كهربائي، أسلاك نحاسية ملائمة). • الوثائق: (أدلة الشركات الصانعة والبيانات الموضحة على جسم المحولات).

أتحقق	• أتحقق من: (نوع المحول الكهربائي حسب مواصفاته، فحص المحول، الحمل المراد تشغيله وطريقة توصيله مع المحول). • أتأكد من أن المحولات الكهربائية صُنفتْ حسب طلب الزبون.	• البحث العلمي.	• الوثائق: (المواصفات الفنية المزودة من الشركة الصانعة والبيانات الموضحة على جسم المحولات). • أجهزة ومعدات: (ساعة الفحص DMM)
أوثق وأعرض	• أوثق: (أصناف المحولات الكهربائية، المحولات الكهربائية التالفة والصالحة بعد إجراء الفحص بالساعة الرقمية، مواصفات الحمل الأومي المراد تشغيله). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (فحص المحولات وتشغيل حمل أومي باستخدام محول).	• التعلم التعاوني • النقاش في مجموعات	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا تاجر القطع الإلكترونية وموافقته على تصنيف المحولات الكهربائية بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة تصنيف المحولات الكهربائية للمواصفات، والمعايير.	• البحث العلمي. • حوار ومناقشة.	• الوثائق: (مواصفات المحولات الكهربائية من الشركة الصانعة،مواصفات الحمل الأومي من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإ نترنت)).



الأسئلة:

1. كيف يتم تحديد المدى المناسب للساعة الرقميّة (الأوم) عند فحص ملفّات المحوّل؟
2. باستخدام شبكة الإنترنت، المطلوب عمل تقرير عن استخدامات كلّ من:
   - محوّلات التردّد المنخفض.
   - محوّلات التردّد المتوسط.
   - محوّلات التردّد العالي.



أتعلَّم:

المحوّلات الكهربائيّة (Transformers)

نشاط (1)

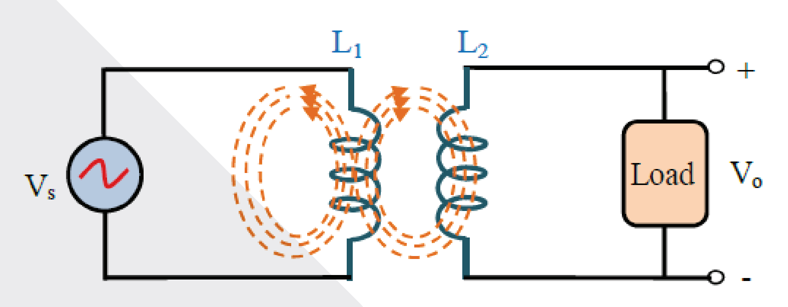


تتوفر المحوّلات بأشكال وأحجام عديدة بحسب الاستخدام فمنها الضخم جدّاً، ومنها الصغير جداً، في الشكل (1) بعض أشكال المحوّلات التي قد تشاهدها: المطلوب منك تسجيل نوع كلّ محوّل.



شكل (1): محوّلات متنوّعة

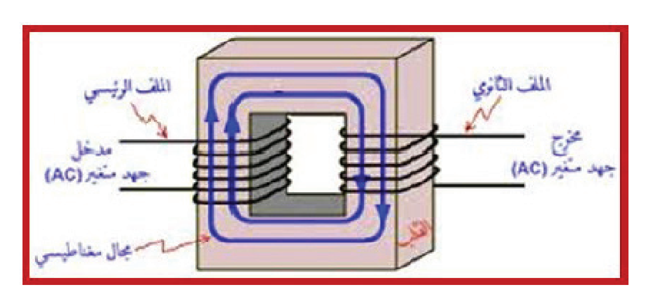
المحوّل هو عنصر كهربائي مكوّن من ملفَّين (أو أكثر) معزولين كهربائيّاً متّصلين مغناطيسيّاً فيتولّد بينهما ما يسمَّى بالحثّ الكهرومغناطيسيّ المتبادل (Mutual Inductance) والذي يسمح بنقل القدرة الكهربائيَّة (للتيّار المتناوب) من أحدهما إلى الآخر.



شكل (2): ظاهرة الحث المتبادل

والمحوّلات الكهربائيَّة لا يمكن الاستغناء عنها في نقل الطّاقة الكهربائيَّة وتوزيعها بكفاءة عالية ولمسافات كبيرة، وتستخدم كذلك على نطاق واسع في كثير من الأجهزة الكهربائيّة.

الحث المتبادل: عندما يوضع ملفّان بجانب بعضهما، فإن أي تغير للتيّار الكهربائيّ في أحد الملفّين سينجم عنه تغير في شدّة المجال المغناطيسيّ الناتج عنه؛ مما يؤدّي إلى تولّد قوّة دافعة كهربائيّة في الملفّ الآخر، انظر الشكل (2).



شكل (3): التركيب الأساسيّ للمحوّل

التركيب الأساسيّ للمحوّل:

يتكون المحوّل كما في الشكل (3) من ملفّين:

1- ملف ابتدائيّ: يكون متصلاً بمصدر الجهد، وهو الدخل.

2- ملف ثانوي: يكون متصلاً بالحمل، وهو الخرج.

3- القلب: هو عبارة عن قطعة من الحديد.

والملفان الابتدائيّ والثانويّ عبارة عن سلكين ملفوفين على القلب، ولا يلامس بعضهما بعضاً. يتكون القلب من ثلاثة أنواع:

1. قلب هوائي.
2. قلب حديدي.
3. قلب فرايت.

أنواع المحوّلات:

يمكن تصنيف المحوّلات من حيث:

- **التردّد:** هناك محوّلات تردّد منخفض، وهناك محوّلات تردّد متوسّط، ومحوّلات تردّد عالٍ.
- **القلب:** هناك محوّلات ذات قلوب حديدية، وأخرى من مادة الفرايت، وثالثة ذات قلوب هوائية.
- **الجهد:** هناك محوّلات رافعة للجهد وخافضة للجهد:

1. **محوّلات رافعة للجهد:**

وتقوم بتحويل الجهد المتناوب المنخفض بين طرفي ملفها الابتدائي إلى جهد متناوب مرتفع بين طرفي ملفها الثانوي. وذلك لأن عدد اللفات في ملفها الثانوي أكثر منها في ملفها الابتدائي. وتعتمد نسبة فرقي الجهد على نسبة عدد اللفات في الملفين.

2. **محوّلات خافضة للجهد:**

وتقوم بتحويل الجهد المتناوب المرتفع بين طرفي ملفها الابتدائي إلى جهد متناوب منخفض بين طرفي ملفها الثانوي. وذلك لأن عدد اللفات في ملفها الثانوي أقل منها في ملفها الابتدائي. وتعتمد نسبة فرقي الجهد على نسبة عدد اللفات في الملفين.

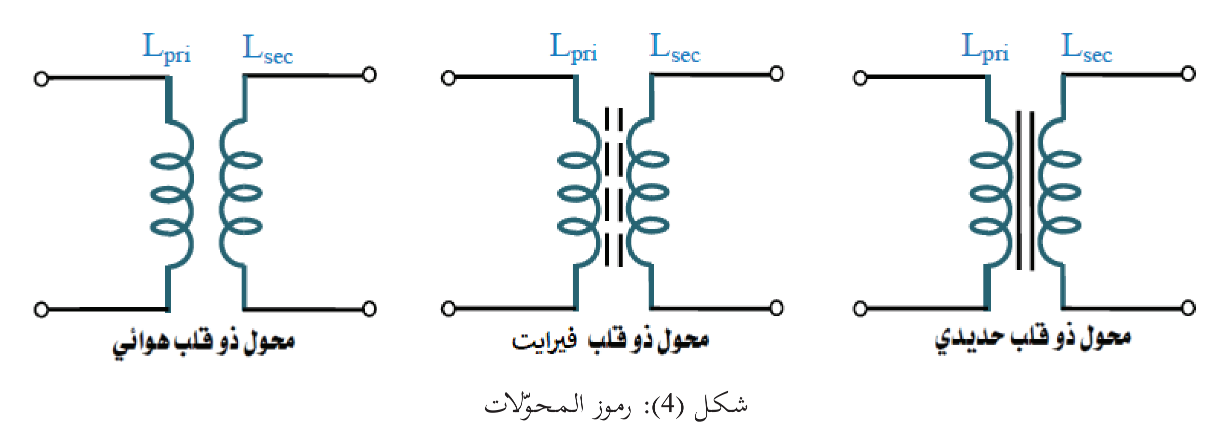
طريقة عمل المحوّل:

عند تطبيق جهد متردّد (V_1) على ملفّات الملفّ الابتدائيّ الّذي لفاته (N_1) تسبّب مرور تيّار (I_1) في هذه الملفّات، فيحدث فيض مغناطيسي مُتغيِّر القيمة والاتجاه في القلب الحديدي، فتتولّد قوّة دافعة كهربائيّة بالحث في الملفّ الثانويّ (عدد لفاته N_2) قدرها (V_2) ويعتمد الجهد والتيّار المتولد بالحث على النسبة بين عدد لفّات الملفّين الابتدائيّ والثانويّ.

والعلاقة بين الجهد وعدد اللفّات علاقة طرديّة، وبين التيّار وعدد اللفّات علاقة عكسية.

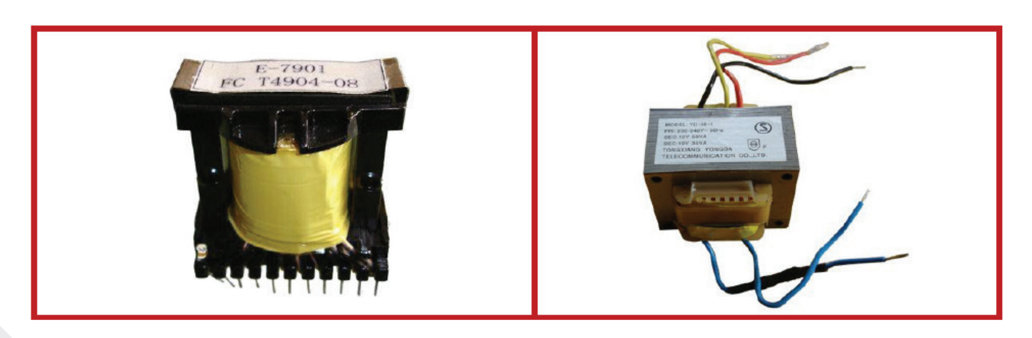
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad , \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad , \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

الشكل (4) يوضّح الرموز المختلفة للمحوّلات.



شكل (4): رموز المحوّلات

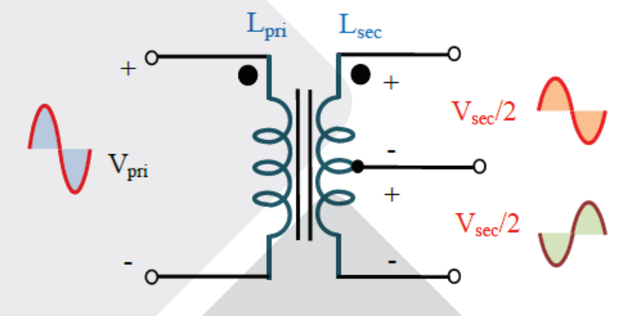
الشكل (5) يوضّح بعض الأشكال العمليّة للمحوّلات.



شكل (5): أشكال المحوّلات

المحوّلات ذات النقطة الوسطية:

وفيه يكون الملفّ الثانويّ عبارة عن ملفّين ينقسم الجهد الكلّي بينهما، ويكون له 3 أطراف كما في الشكل (6)، أحد الأطراف مع الطرف الأوسط يعطي نصف الجهد الكلي، الطرفان غير الطرف الأوسط يعطي الجهد الكلي.



شكل (6): محوّل ذو نقطة وسط

خصائص المحوّلات واستخداماتها:

عند اختيار المحوّل نهتم بالآتي:

1. جهد الدخل وتيّار الدخل.
2. جهد الخرج وتيّار الخرج.
3. التردّد.
4. كفاءة المحوّل (Efficiency) وقدرة خرجه.

والمحوّل جهاز لرفع الجهد أو خفضه، أي أنه يستخدم لتلقي قدرة من جانب (الابتدائيّ)، وإرسالها للجانب الآخر (الثانويّ). وفي المحوّل المثاليّ تكون قدرة الدخل مساوية لقدرة الخرج.

$$P_i = P_o$$

أي أن: $I_1 \times V_1 = I_2 \times V_2$

ولكن عمليّاً تكون قدرة خرج المحوّل (Po) أقل من قدرة دخله (Pi) حيث يحدث فقد للقدرة في المحوّل بسبب المقاومة الداخلية لأسلاك الملفّات، وبسبب التيّارات الدوامية المتولدة في القلب، التي تسبِّب ارتفاع درجة حرارة المحوّل، وبسبب التسرّب في الفيض المغناطيسيّ، وكفاءة المحوّل (η) تساوي قدرة الخرج على قدرة الدخل.

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{I_2 \times V_2}{I_1 \times V_1}$$

عملياً: الكفاءة تكون أقل من واحد، وكلما زادت كفاءة المحوّل كان أفضل.

استخدامات المحوّلات:

1. خفض ورفع الجهد: ليناسب الاستخدامات والأجهزة المختلفة أو للنقل بكفاءة أكبر عبر الشَّبكات.
2. في الرَّبط (بين دارتين أو مرحلتين): بهدف العزل الكهربائي والأمان ومنع مرور تيار DC.
3. في موافقة الممانعات: لنقل أكبر قدرة ممكنة من دارة قدرة إلى الحمل أو من مرحلة إلى أخرى.

أعطال المحوّلات:

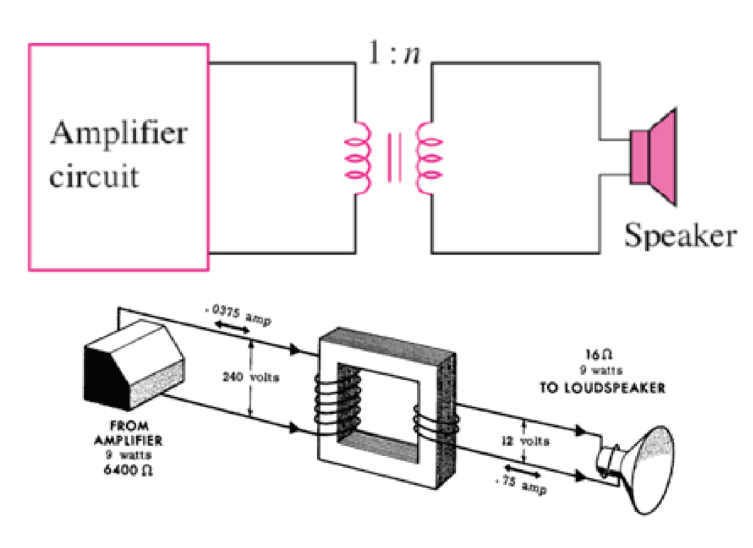
1. دارة مفتوحة (Open): يحدث بسبب أي قطع في سلك أي من الملفّين الابتدائيّ أو الثانويّ.
2. دارة قصر (Short): يحدث في الملفّ الابتدائيّ أو الثانويّ (احتراق العازل).

تيّار الحمل في المحوّلات:

هو التيّار الَّذي يسحب من الملفّ الثانويّ، فتيّار الحمل في الملفّ الثانويّ يعتمد على كلّ من التيّار في الملفّ الابتدائيّ، ومعدّل عدد اللفّات في الملفّين الابتدائيّ والثانويّ.

نشاط (2) تُعَدّ مكبّرات الصوت جزءاً من أجهزة الراديو، والمسجّلات الصوتية الكاسيت، وأجهزة التلفاز وأنظمة الإرسال العامة، وهو نظام يحتوي سماعات إخراج للصوت، هذه السماعات ممانعتها مختلفة عن ممانعة مخرج مكبّر الصوت...

بالاستعانة بشكل (7) الأسفل فسِّر كيفيّة ربط مكبّر الصوت مع السماعة لضمان انتقال أكبر قدر من الطاقة دون ضياعها.

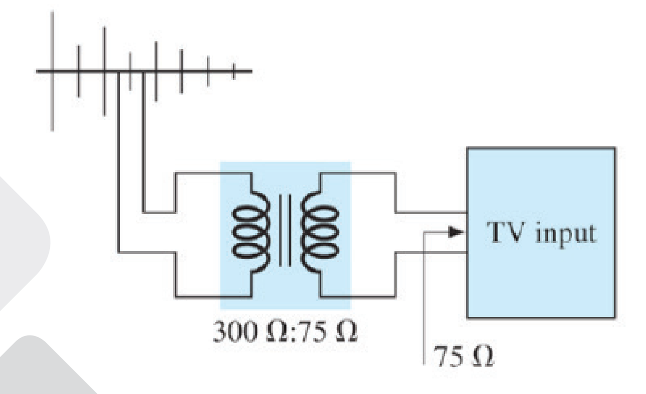


شكل (7): نظام مكبّر صوت

نشاط (3) تستخدم الهوائيات في نظم مثل البث الإذاعي والتلفزيوني، والاتصال اللاسلكي من نقطة إلى نقطة، وتستخدم في شبكات الكمبيوتر المحلية اللاسلكية، والرادار، واستكشاف الفضاء، وفي الاستشعار عن بعد.

والهوائيات أكثر استخداماً في الجو أو في الفضاء الخارجي، حسب شكل (8) الهوائي المصمم لاستقبال الموجات الكهرومغناطيسية. وتحويلها إلى تيّارات كهربائيّة، تضخم تلك التيّارات في جهاز التلفاز بواسطة مضخِّم إلكترونيّ وترشح، ومنه تمر إلى جهاز التلفاز، فتتحول إلى صورة مرئية متحركة مرفقة بصوت ونستمتع بها، مع ملاحظة وجود اختلاف ممانعة الهوائي مع ممانعة مدخل جهاز التلفاز...

المطلوب تفسير كيفيّة ربط الهوائي مع جهاز التلفاز لضمان انتقال أكبر قدر من الطاقة دون ضياعها.



شكل (8): نظام استقبال تلفازي مواءَم

أســـئلة الوحـدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- ما وحدة قياس التردّد؟

أ. راديان   ب. هنري   ج. سيمنز   د. هيرتز

2- إذا كان الزمن الدوري لموجة ما يساوي (4 ms)، فكم يبلغ تردّد هذه الموجة؟

أ. 250 Hz   ب. 400 Hz   ج. 500 Hz   د. 600 Hz

3- كيف تتناسب سعة مكثّف مع مساحة ألواحه (A) والمسافة بين لوحيه (d)؟

أ. طرديّاً مع A و d   ب. عكسيّاً مع A و d   ج. طرديّاً مع A وعكسيّاً مع d   د. عكسيّاً مع A وطرديّاً d

4- علامَ يدلّ أن مكثّفاً يتصرف كأنه مقاومة كهربائيّة ثابتة القيمة على جهاز الملتميتر؟

أ. حدوث فصل في أحد الأطراف.   ب. تلف مادة العازل.   ج. تلامس اللوحين (دارة قصر).   د. كون المكثّف ثابت القيمة وغير قطبي.

5- علامَ تعتمد المفاعلة الحثّيّة للملفّ في الدارات الكهربائيّة؟

أ. حثّيّة الملفّ وتردّد التيّار.   ب. حثّيّة الملفّ وشدّة التيّار.   ج. تردّد التيّار وشدّة التيّار وحثّيّة الملف.   د. عدد لفّات الملفّ وجهد المصدر.

6- كم تكون قيمة الحثّيّة المكافئة لمجموعة من الملفّات موصولة على التوازي؟

أ. أكبر من حثّيّة كلّ ملف على حدة.   ب. أصغر من حثّيّة كلّ ملف على حدة.   ج. مساوية لحثّيّة الملفّ الأكبر تقريباً.   د. مساوية لمجموع حثّيّة الملفّات جميعاً.

7- بَينَ أيِّ دارتين يحقق المرحِّل الكهروميكانيكي العزل الكهربائيّ؟

أ. دارات الأحمال المختلفة.   ب. دارة الحمل ودارة التحكم.   ج. دارات الأحمال ذات التيّار العالي.   د. مفتاح التحكم وإشارة التحكم.

8- ما الظاهرة التي يعتمد عليها مبدأ عمل المرحِّل الكهروميكانيكي؟

أ. الأثر المغناطيسيّ للتيّار الكهربائيّ.   ب. الظاهرة الكهروضوئية.   ج. تحويل التيّار المستمرّ إلى متناوب.   د. تحويل التيّار المتناوب إلى مستمر.

السؤال الثاني:

إذا كانت القيمة العظمى للجهد المتناوب (Vm) الّذي يزودنا به محوّل شركة الكهرباء يساوي (312V)، وتردّد تيّاره المتناوب يساوي (50Hz).

المطلوب: احسب القيمة الفعّالة للجهد (Vr.m.s)، والزمن الدوري (T) لموجة الفولتيّة.

السؤال الثالث: فسّر ما يأتي:

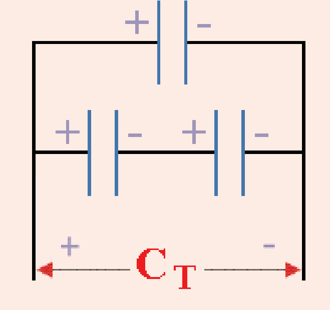
عدم دقة قياس التردّد باستخدام جهاز راسم الإشارة أحياناً.

عدم قدرة جهاز راسم الإشارة على قياس تردّد إشارات الميكروويف (الإشارات التي يزيد تردّدها عن 1GHz).

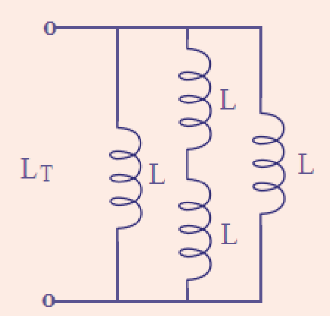
السؤال الرابع:

ما الفرق بين المكثّف المُتغيِّر بشكل عام ومكثّف الضبط الدقيق (Trimmer)؟

السؤال الخامس:



أ- احسب السعة المكافئة لمجموعة المكثّفات المبيّنة في الشكل التالي، علماً أن سعة كلّ منها 4.7 µF



ب- أوجد الحثّيّة المكافئة لمجموعة الملفّات في الشكل المجاور.

السؤال السادس:

في ضوء دراستك للمكثّفات والملفّات المطلوب مناقشة العبارتين التاليتين:

أ- في دارات التيّار المتناوب تزداد المفاعلة الحثّيّة للملفّ بازدياد التردّد، بينما تقلّ المفاعلة السعويّة للمكثّف بازدياد التردّد.

ب- ويُعدّ تأثير الملفّ معاكساً لتأثير المكثّف، لأن التيّار في المكثّف يتقدم على الفولتيّة، بينما يتأخر التيّار في الملفّ عن الفولتيّة.

السؤال السابع:

ارسم مخطّطاً لاستخدام مرحّل ثماني الأطراف، جهد تشغيل ملفه 12 فولت، من أجل التحكم بثلاث دارات كهربائيّة، تعمل بالتيّار المتناوب؛ لإضاءة مصباحين كهربائيّين: أحدهما أحمر، والآخر أخضر، بالإضافة إلى صفارة إنذار (لكل حمل دارته الخاصة)، بحيث:

1- يشتغل المصباح الأحمر وينطفئ المصباح الأخضر، وفي نفس الوقت تنطلق صفارة الإنذار، عندما يضغط العامل مفتاح الطوارئ.

2- تعكس الأحمال الثلاثة حالتها عند تغيير حالة المفتاح.

السؤال الثامن:

أ- إذا كان مصدر الجهد الموصول بالملف الابتدائيّ 120 فولت، وعدد لفّات الملفّ الابتدائيّ 50 لفّة، وعدد لفّات الملفّ الثانويّ 10 لفة، احسب قيمة الجهد الخارج.

ب- إذا كان التيّار المارّ في الملفّ الابتدائيّ يساوي 100 ملي أمبير، احسب التيّار في الملفّ الثانويّ علماً أن عدد لفّات الملفّ الابتدائيّ 100 لفّة، وعدد لفّات الملفّ الثانويّ 500 لفة.

المشروع:

عمل ملف تِسْلا (Tesla Coil) يعمل على بطّاريّة 9 فولت، ويقوم بإضاءة مصباح إنارة (220 فولت) لا سلكياً، كلما تمّ تحفيز الملفّ بوساطة مفتاح التشغيل (ON-OFF)

الوحدة الثالثة

بناء الدارات الإلكترونيّة التماثلية البسيطة وصيانتها

هل أصبحت الإلكترونيّات عنصراً أساسيّاً في راحة الإنسان المعاصر ورفاهيته؟

الوحدة الثالثة: بناء الدارات الإلكترونيّة التماثلية البسيطة وصيانتها

يتوقع من الطلبة بعد الانتهاء من هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف واكتساب المهارات الأساسيّة في بناء الدارات الإلكترونيّة التماثلية البسيطة وصيانتها، وذلك من خلال الآتي:

1. تمييز الثنائيّات وفحصها.
2. بناء دارات التقويم باستخدام الثنائيّات.
3. بناء دارة تغذية مستمرّة منظّمة الجهد.
4. تمييز الترانزستورات، وفحص صلاحيّتها، وتحديد أطرافها.
5. بناء دارة مضخّم ترانزستوري.
6. تمييز العناصر الإلكترونيّة الضوئيّة وفحصها.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها هي:

أولاً: الكفايات الاحترافية:

- توظيف البيانات وتحليلها حول تمييز الثنائيّات العادية والخاصة، والثنائيّات الضوئيّة والترانزستورات، وكيفيّة فحصها وتحديد أطرافها، بالإضافة إلى معرفة أساسيّات بناء دارات التقويم ودارات التغذية المستمرّة منظمة الجهد، والمضخّم الترانزستوريّ.
- القدرة على اختيار المواد والعناصر والأدوات والتجهيزات اللازمة لتنفيذ الأعمال المطلوبة.
- القدرة على استخدام أجهزة القياس المناسبة (جهاز القياس متعدد الأغراض (DMM) وجهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) في فحص الثنائيّات والترانزستورات وتحديد أطرافها، بالإضافة إلى معاينة إشارات خرج دارات التقويم والتغذية والمضخّم الترانزستوريّ.
- القدرة على تمييز الثنائيّات بأنواعها المختلفة، وفحصها، وتحديد أطرافها.
- القدرة على تمييز الترانزستورات ثنائية القطب (BJT) وفحصها وتحديد أطرافها.
- القدرة على رسم المخطّطات الكهربائيّة وتوصيلها، والتحقّق من عملها.
- القدرة على بناء دارات التقويم بأنواعها الثلاثة.
- القدرة على بناء دارة تغذية مستمرّة منظمة الجهد، باستخدام ثنائي زينر، أو دارة متكاملة ثلاثية الأطراف لتنظيم الجهد.
- القدرة على بناء دارة مضخّم ترانزستوري، والتحقّق من عمله.
- القدرة على استخدام كاوي اللّحام بشكل آمن.
- القدرة على الالتزام بقواعد السلامة المهنيّة والسلوك المهنيّ.

ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصيّة:

- المصداقية في التعامل مع الزبون، والحفاظ على خصوصيته، وتلبية احتياجاته.
- القدرة على إقناع الزبون، واستيعاب رأيه.
- المبادرة إلى الاستفسار، والاستكشّاف، والقدرة على الوصول للمعلومة.
- القدرة على تطوير الذات، ومتابعة الأمور الفنيّة المستجدة، وتطوير مهاراته.
- التعامل بشكل بناء مع النزاعات، والقدرة على تحمل المسؤولية، والإحساس بالواجب.
- الموقف الإيجابي نحو التعلم مدى الحياة.
- الالتزام بالوقت، وتقديره.
- العمل ضمن فريق، ومساعدة الآخرين.
- التواصل الحسن، وتبادل الخبرات مع الآخرين.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة:

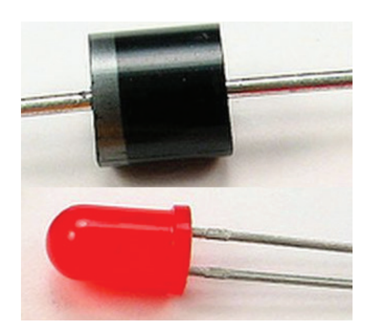
- العمل التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني.
- البحث العلمي.



قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة للعمل (خوذة، وكفوف يدويّة، وحذاء معزول)
- استخدام العِدَد والأدوات والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- التأكّد من فصل مصدر القدرة الكهربائيّة قبل البدء بفك العناصر الإلكترونيّة وتركيبها على اللوحات.
- المحافظة على جودة اللِّحام، وعدم عمل أي دارة قصر بين أي ترانزستور وأي عنصر آخر.
- استخدام الأجهزة والأدوات المختلفة بحذر وانتباه، واتباع تعليمات الشركات الصانعة.
- تجنب المزاح أثناء العمل، وعدم العبث في العِدَد والأدوات والتجهيزات المخصصة للعمل في المشغل.
- التقيد بتعليمات المدرب وإرشاداته لتجنب الحوادث.
- المحافظة على نطافة وترتيب مكان العمل قبل التنفيذ وبعد الانتهاء منه.



1-3 الموقف التعليمي التّعلمي الأول:

تمييز الثنائيّات وفحصها

وصف الموقف التَّعليمي التعلُّمي: حَضَرَ أحد الزبائن إلى ورشة الصيانة الإلكترونيّة، ومعه لوحة إلكترونيّة تمثّل مصدر تغذية مستمرّة (DC) لأحد الأجهزة الإلكترونيّة، وفيها عطل مجهول. قام فني الصيانة بفحص أولي للّوحة، حيث لاحظ ارتفاع درجة حرارة الثنائيّات عند بدء تشغيلها، بالإضافة لوجود مناطق سوداء حول الثنائيّات، الأمر الّذي جعل الفنّيّ يستنتج بأنها تالفة.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • الاعراض التي تعاني منها اللوحة الالكترونية عند بدء تشغيلها. • المنطقة السوداء حول الثنائيات على اللوحة الالكترونية. • جمع بيانات عن: • الثنائيات وأنواعها المختلفة. • طرق تمييز الثنائيات وفحصها.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي. • العصف الذهني.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي (وصف المشكلة)، أوراق البيانات (Data Sheet) للثنائيات المستخدمة،كتب علمية متخصصة ونشرات، نماذج التوثيق). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن الثنائيات والإلكترونيات البسيطة.
أخطّط وأقرّر	• اصنف البيانات عن (تمييز الثنائيات وفحصها). • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل فك الثنائيات القديمة ثم فحصها واستبدال التالف منها بآخر سليم. • اعداد جدول زمني للتنفيذ.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (أوراق البيانات (Data Sheet) للثنائيات المستخدمة، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفّذ	• اوزّع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات. • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: • اتدرب على تمييز أنواع مختلفة من ثنائيات السيليكون والجرمانيوم. • اميّز الثنائيات وافرّق بين الثنائيات العادية والثنائيات الخاصة. • اضبط جهاز القياس الرقمي (DMM) على وضع فحص الثنائي (⊣◀⊢) لإجراء فحص الثنائيات المطلوب. • اوصّل الساعة بالاقطاب المناسبة للثنائي لفحص حالتي الانحياز الامامي والعكسي. • افحص الثنائيات واتاكد من سلامة عملها. • استبدل الثنائيات التالفة من لوحة الزبون بثنائيات سليمة، وفقاً للمعايير الفنية. • استخدم كاوي اللحام بحذر، واحافظ على جودة اللحام وعدم عمل دارة قصر بين أطراف أي ثنائي أو أي عنصر آخر.	• عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة). • الحوار والمناقشة.	**اجهزة ومعدات:** • ثنائيات متنوعة من السيليكون والجرمانيوم (ثنائي عادي، ثنائي زينر Zener، ثنائي باعث للضوء LED، ثنائي ضوئي Photo Diode). • جهاز قياس متعدد الأغراض (DMM). • كتاب المكافئات او ورقة البيانات (Data Sheet) للثنائيات المستخدمة. • كاوي لحام قصدير. • شحمة لتسهيل فك اللحام FLux. • حقيبة عدة. **التكنولوجيا:** (مواقع انترنت خاصة بالكترونيات اشباه الموصلات والتعمل معها وفحصها).
أتحقق	• أتحقق من: (تكرار عملية فحص الثنائيات للتاكد من دقة القراءات، التاكد من سلامة و جودة عملية فك الثنائيات التالفة واستبدالها بأخرى سليمة، فحص اللوحة الالكترونية بالنظر للتاكد من سلامة اللحام). • اتاكد من: (خلو اللوحة من دارات القصر بين اطراف الثنائيات وبين اطراف العناصر الأخرى، تشغيل اللوحة الالكترونية والتحقق من سلامة عملها).	• عمل جماعي تعاوني. • البحث العلمي. • نقاش بين المجموعات.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، أوراق البيانات Data Sheets للثنائيات المستخدمة). • اجهزة ومعدات: (ساعة فحص DMM). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة باشباه الموصلات لاسيما الثنائيات والتعامل معها).
أوثّق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ادوّن النتائج والقراءات والقيم المقاسة، والمخططات والملاحظات المختلفة عن تمييز الثنائيات وفحصها). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة (تمييز الثنائيات وفحصها).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.

أقوّم	• رضا الزبون عن اللوحة الالكترونية الخاصة بمصدر التغذية الكهربائية المستمرة DC بعد صيانتها بما ينسجم مع طلبه • مطابقة عمل اللوحة الالكترونية الخاصة بالزبون للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).

الأسئلة:

1- فسّر لماذا تمّ تصنيع أنواع مختلفة من الثنائيّات.

2- هل يشترط معرفة أقطاب الثنائيّ (المصعد والمهبط) قبل القيام بتثبيته على اللوحة الإلكترونيّة؟

3- علّل إجابتك إذا كانت الإجابة نعم.



أتعلَّم:

الثنائيّات (Diodes)

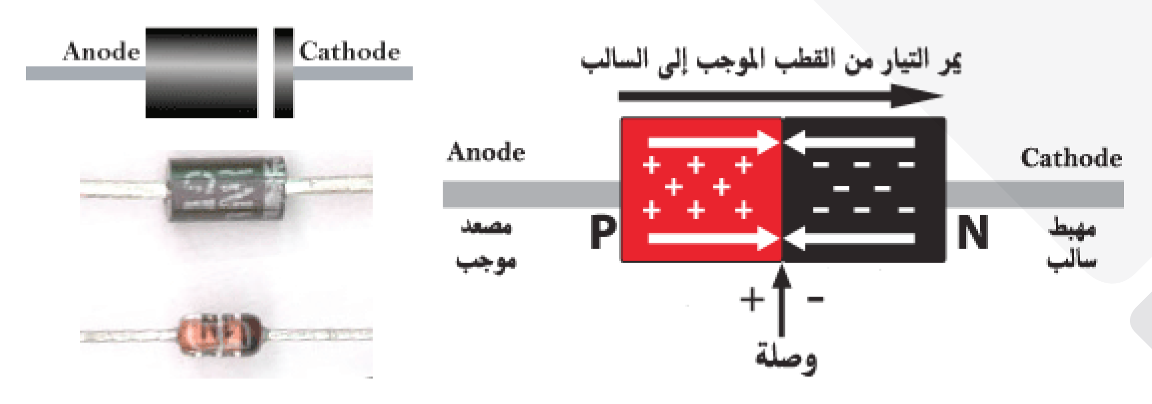
نشاط (1) انظر إلى الشكلين (1) و(2) أدناه، ثم حاول الإجابة عن الأسـئلة الآتية:

ما الثنائيّ؟ وكيف يعمل؟ ما الانحياز الأمامي والعكسي للثنائي؟ وكيف أستفيد منه في تطبيقاتي؟

الثنائي (Diode):

الثنائي هو عنصر إلكترونيّ مكوَّن من شريحتين من مادَّة شبه موصلة (كالسّليكون أو الجرمانيوم) مطعَّمتين تطعيماً مختلفاً بشوائب من موادّ أخرى. ولذلك يكون له طرفان (مصعد ومهبط) وهو يسمح بمرور التيّار الكهربائيّ في اتجاه واحد، وذلك عندما يكون جهد المصعد موجباً بالنسبة للمهبط (انحياز أو توصيل أمامي)، ولا يمرُّ إلا تيَّار ضئيل جداً عندما يكون جهد المصعد سالباً بالنسبة للمهبط (انحياز أو توصيل عكسي).

وهكذا يمكن اعتبار الثنائيّ كمفتاح إلكتروني يوصل في أحد الاتجاهين ولا يوصل في الاتجاه الآخر. ويوضّح شكل (1) التركيب الداخلي للثنائي، أما شكل (2) فيبيّن الشكل الخارجيّ للثنائي.



شكل (1): تركيب الثنائي من الداخل

شكل (2): شكل الثنائيّ من الخارج

الاستخدامات العمليَّة للثنائيَّات:

للثنائيات استعمالات عديدة في الدارات والأنظمة الإلكترونيّة وأنظمة الاتصال. ومن أهم هذه الاستعمالات:

1- التحكم في اتجاه مرور التيّار، حيث يمكن استخدامه كمفتاح (يسمح بمرور التيّار باتجاه واحد فقط)، وذلك عند ارتفاع قيمة الجهد عليه عن 0.7V في ثنائيَّات السيلكون و0.3V في ثنائيَّات الجرمانيوم.

2- في دارات التقويم (Rectifier) لتوحيد اتجاه التيّار وإظهار الأنصاف الموجبة من الموجات، وهو ما سنشرحه لاحقاً بمزيد من التفصيل.

3- في دارات الكشف (Detectors) (إزالة التضمين) الموجودة في أجهزة الاستقبال ضمن أنظمة الاتصال المختلفة.

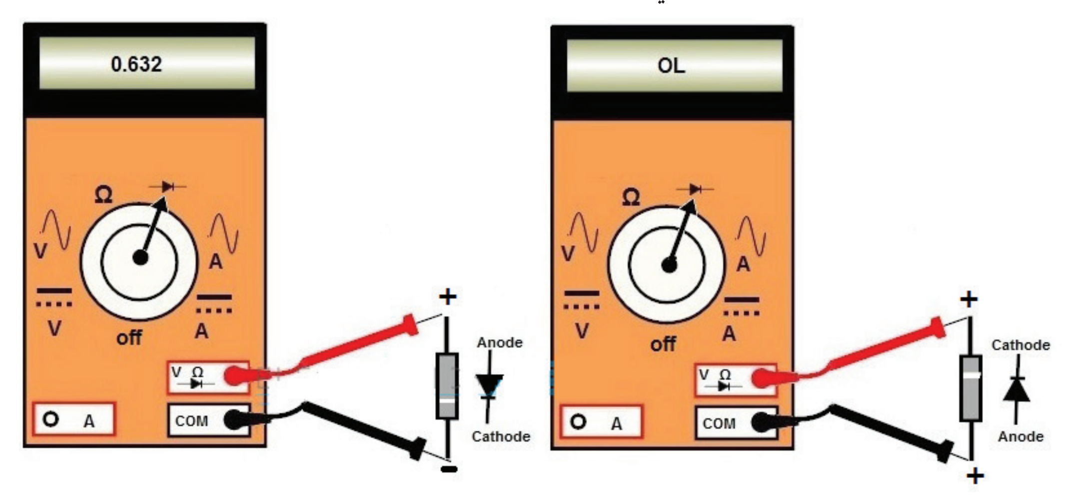
4- في دارات القص (Clipper).

5- في دارات مضاعفات الجهد.

فحص الثنائيّ

يتم فحص الثنائيّ ياستخدام جهاز القياس الرقميّ متعدد الأغراض (DMM) كالآتي:

ضع أقطاب جهاز (DMM) كما هو مبين في شكل (3)



شكل (3): فحص الثنائيّ باستخدام جهاز القياس الرقميّ (DDM)

في حالة الثنائيّ السليم:

في حالة الانحياز الأمامي يكون فرق الجهد بين طرفي الثنائي السليم ما بين 0.5 إلى 0.7 فولت إذا كان مصنوعاً من السيليكون (وما بين 0.2 إلى 0.3 فولت للجرمانيوم). بينما في حالة الانحياز العكسي تكون قراءة الملتيميتر (OL) أي دارة مفتوحة.

أما في حالة الثنائيّ التالف فيعطي الجهاز إحدى القراءتين الآتيتين:

قراءة (OL) أي دارة مفتوحة في كلا الحالتين.

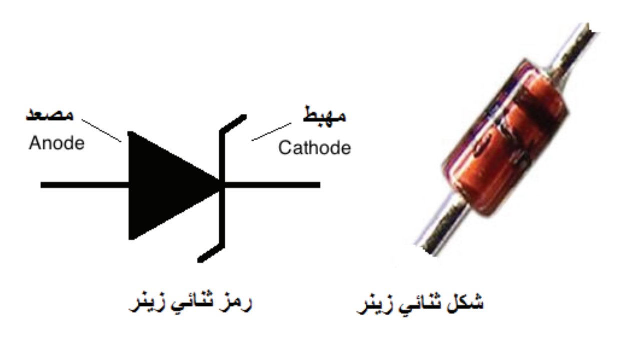
قراءة (0V) أي دارة قصر في أي من الحالتين.

أنواع خاصة من الثنائيّات

هناك كثير من الثنائيّات المهمّة ذات الصفات المميزة، التي يوجد لها تطبيقات عمليّة متنوّعة، وأهمّ هذه الثنائيّات هو الآتي:

ثنائي زينر:

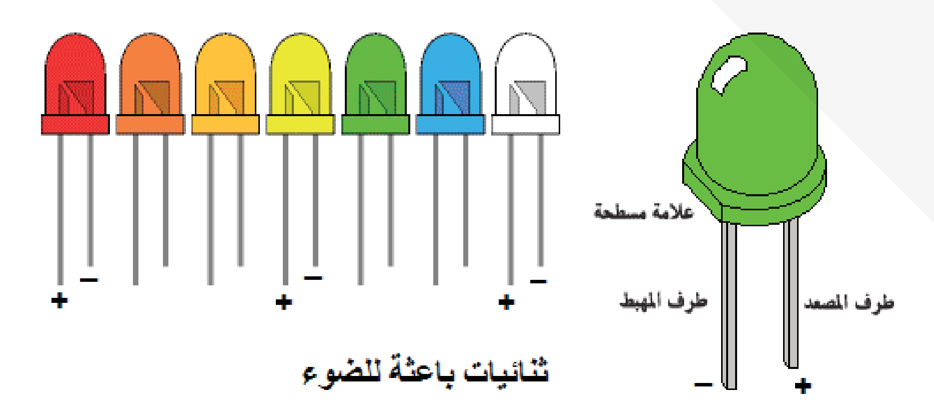
يصنع من السيليكون، ويستخدم في منظم زينر؛ لتوفير جهد تغذية ثابت القيمة بالرغم من التغيرات في جهد الدخل أو تيّار الحمل. انظر شكل (4)



شكل (4): ثنائي زينر ورمزه

الثنائيّ الباعث للضوء: (Light Emitting Diode) (LED)

يبين الشكل (5) مجموعة من الثنائيات الباعثة للضوء (LED)، حيث يضيء هذا النوع من الثنائيات بمجرد مرور تيار مناسب فيه (انحياز أمامي). ويختلف لون الضوء الذي يصدره باختلاف المادة التي صنع منها. يستخدم الثنائي الباعث للضوء للإشارة إلى حالة دارة ما، ويمتاز بكفاءته العالية ،وحجمه الصغير، وعمره الطويل، ورخص ثمنه، وعدم إنتاجه للحرارة مقارنة بالأنواع الأخرى من لمبات الإشارة.



شكل (5): مجموعة من الثنائيّات الباعثة للضوء متعدِّدة الالوان

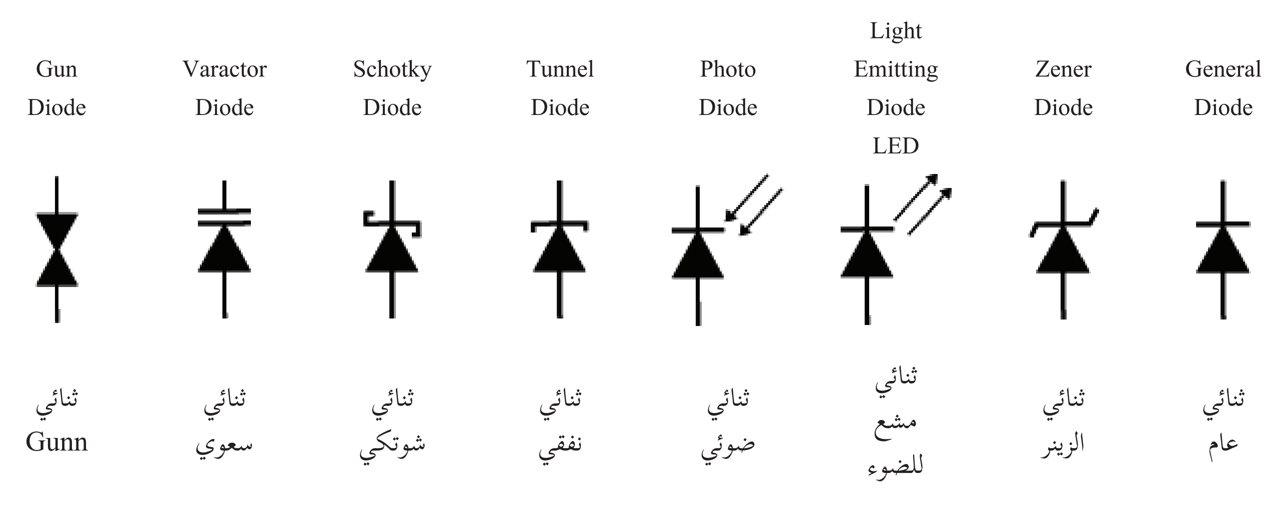
الثنائيّ الضوئي (Diode Photo)

يعمـل الثنائـيّ الضوئي علـى تمرير التيّـار الكهربائـيّ عندمـا يتعـرض للضـوء، ويوصـل بالـدارات الإلكترونيّـة، بحيـث يكـون فـي حالـة انحيـاز عكسـي.

الثنائيّ السعويّ (Varactor)

يسـتخدم الثنائـي السـعوي كمكثـف متغيـر السـعة اعتمـاداً علـى قيمـة الجهـد الواقـع عليـه فـي حالـة الانحيـاز العكسـي.

مجموعة من الثنائيّات ذات الاستعمالات الخاصة مثل: ثنائي النفق، وثنائي شوتكي، وثنائي (Gun)، انظر شكل (6).



شكل(6): الرموز المعبرة عن مجموعة من الثنائيّات

نشاط (2)



باستخدام الشبكة الإلكترونيّة (الإنترنت) بالإضافة إلى كتب المكافئات للعناصر الإلكترونيّة وأوراق البيانات (data sheets)، قم بتعبئة الجدول المبين أدناه لمجموعة من الثنائيّات شائعة الاستخدام.

الثنائيّ ((Diode))	أعظم فولتية عكسية (Maximum Reverse Voltage)	أعظم تيّار (Maximum Current)
1N4001		
1N4002		
1N4007		
1N5401		
1N5408		

نشاط (3)

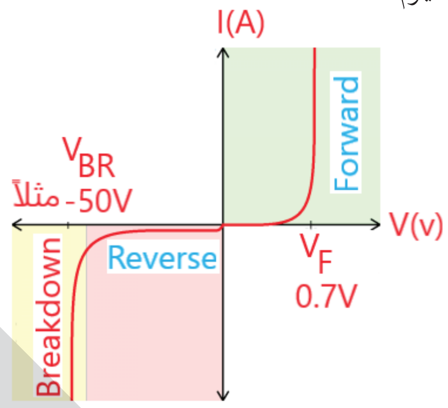


يبيّن شكل (7) منحنى الخواصّ للثنائيّ المصنوع من السيليكون، أتأمّل الشكل ثم أُجيب عمّا يلي:

1- ما جهد الانحياز الأمامي اللازم لبدء التوصيل؟

2- ما أثر زيادة التيّار الكهربائي على جهد الثنائي في حالة التوصيل؟

3- ارسم منحنى خواصّ ثنائيّ الجرمانيوم.



شكل (7): منحنى خواص ثنائي السيليكون

3-2 الموقف التعليمي الثاني:



بناء دارات التقويم (Rectifier) باستخدام الثنائيّات

وصف الموقف التعليمي التّعلمي: حضر أحد الزبائن ومعه لوحة إلكترونية (دارة تقويم نصف موجة) تمثل مصدر تغذية مستمرة لتشغيل أحد الأجهزة الإلكترونية، وطلب تحويلها إلى دارة تقويم موجة كاملة لرفع كفاءتها.

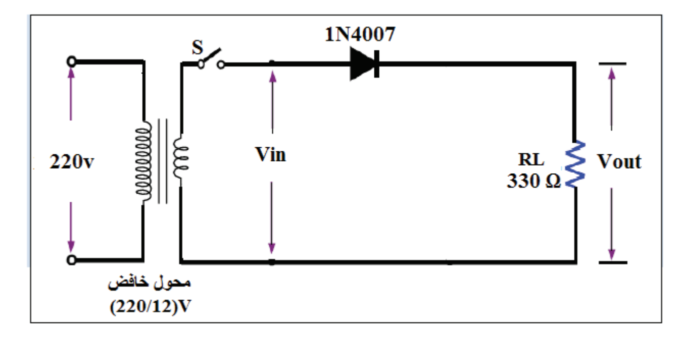
العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • الاعراض التي تعاني منها اللوحة الالكترونية عند تشغيلها. • اداء الجهاز الذي تغذيه اللوحة، وهل اداؤه ضعيف؟ • جمع بيانات عن: • ثنائيات التقويم. • دارات التقويم وأنواعها المختلفة والفروق بينها.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي، أوراق البيانات Data Sheet للثنائيات والقطع الإلكترونية المستخدمة، كتب علمية متخصصة وحديثة حول أساسيات بناء دارات التقويم، نماذج توثيق العمل). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن بناء دارات التقويم المختلفة).
أخطّط وأقرّر	• اصنف البيانات عن (بناء دارات التقويم) • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها بين اعضاء كل مجموعة على حدة، ثم بين المجموعات. • رسم المخططات الكهربائية المطلوبة (دارات التقويم في الأشكال: 1و 2 و 3) بوضوح، وتوضع عليها كافة المعلومات. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل تحويل دارة تقويم نصف الموجة الى دارة تقوسم موجة كاملة • اعداد جدول زمني للتنفيذ.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، أوراق البيانات Data Sheet للثنائيات والقطع الإلكترونية المستخدمة. • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفّذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: • انفذ المخططات رقم 1 و 2 و 3 على لوحات توصيل (Breadboard). • انفذ المخطط الخاص بدارة تقويم نصف موجة (شكل رقم: 1). • اشاهد الإشارات في مدخل ومخرج الدارة على شاشة الراسم واسجّل ملاحظاتي. • انفذ المخطط الخاص بدارة تقويم. • موجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحول ذو نقطة منتصف (شكل رقم: 2). • اشاهد الإشارات في مدخل ومخرج الدارة وبعد D1 و D2 على الراسم واسجل ملاحظاتي. • انفذ المخطط الخاص بدارة تقويم موجة كاملة باستخدام القنطرة (شكل رقم: 3). • اشاهد الإشارات في مدخل ومخرج الدارة وبعد القنطرة على شاشة الراسم واسجّل ملاحظاتي. • احوّل دارة تقويم نصف موجة إلى دارة تقويم موجة كاملة في لوحة الزبون، باستخدام كاوي اللحام والقصدير. • ارسم جميع الإشارات في الحالات السابقة وادون جميع الملاحظات.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	**اجهزة ومعدات:** • ثنائيات من السيليكون (1N4007) عدد 4 لكل طالب. • مقاومة 330 اوم عدد 1. • قنطرة تقويم. • مفتاح مفرد. • جهاز قياس متعدد الأغراض (DMM) • كتاب المكافئات او ورقة البيانات Data sheet للثنائيات. • محول قدرة خافض (12/220) فولت. • جهاز راسم إشارة. • لوحة توصيل (Breadboard). • اسلاك معزولة للتوصيل، باطوال مناسبة. • كاوي لحام قصدير. • شحمة لتسهيل فك اللحام Flux. • حقيبة عدة. **التكنولوجيا:** (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن بناء دارات التقويم المختلفة).
أتحقق	• أتحقق من: (التأكد من دقة توصيل واداء الدارات، توحيد اتجاه التيار في مخرج الدارات). • اتاكد من: (قياس فولتية خرج الدارة قبل وبعد تحويل الدارة، تشغيل دارة التقويم الجديدة (مقوم موجة كاملة) وملاحظة ازدياد كفاءة الجهاز الذي تغذيه.	• النقاش العلمي داخل كل مجموعة وبين المجموعات المختلفة. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، أوراق البيانات Data Sheet للثنائيات المستخدمة). • اجهزة ومعدات: (ساعة فحص DMM، جهاز راسم الاشارة). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن بناء دارات التقويم المختلفة).

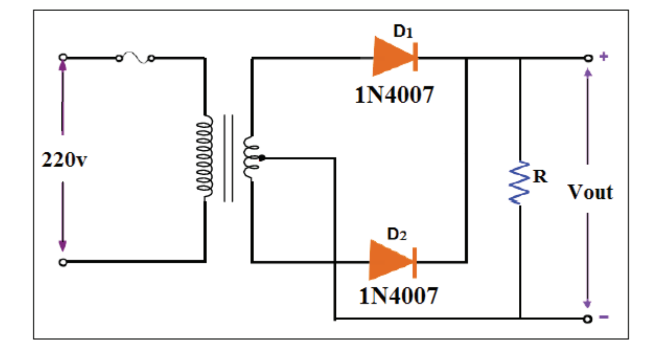
أوثّق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ادوّن النتائج والقراءات والقيم المقاسة والرسومات والمخططات والملاحظات المختلفة عن بناء دارات التقويم). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة (بناء دارات التقويم).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• رضا الزبون عن تحويل دارة تقويم نصف موجة إلى دارة تقويم موجة كاملة بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة اداء دارة التقويم التي تم بناؤها للمواصفات والمقاييس الفنية.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل.	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)

المخطّطات الكهربائيّة

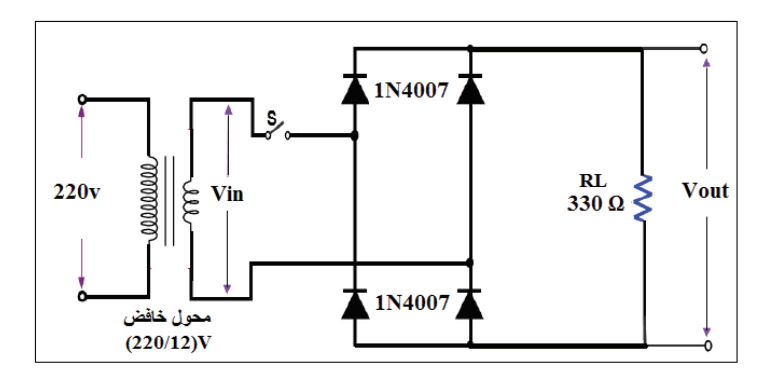
المخطّطات الكهربائيّة لدارات التقويم الثلاث، انظر الأشكال (1) و(2) و(3)



شكل (1): دارة تقويم نصف موجة



شكل (2): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحوّل ذي نقطة منتصف



شكل (3): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام قنطرة من 4 ثنائيات



الأسئلة:

1. ما الميزة الأساسيّة لدارة تقويم الموجة الكاملة مقارنة بدارة تقويم نصف الموجة؟
2. قارن بين مقوم الموجة الكاملة الَّذي يستخدم ثنائيين ومحوّل ذي نقطة منتصف ومقوم الموجة الكاملة الَّذي يستخدم القنطرة من حيث التكلفة وسهولة الاستخدام.



أتعلَّم:

دارات التقويم (Rectifying Circuits)

نشاط (1) يبيِّن شكل (4) مجموعة من الأجهزة الإلكترونيّة، انظر إليه، ثمّ أجب عن الأسـئلة الآتية:

- ما اسم كلّ جهاز من الأجهزة المبيّنة في الشكل؟
- أتستخدم هذه الأجهزة في عملها التيّار المستمر أم التيّار المتناوب؟
- كيف يتم شحن بطّاريّات هذه الأجهزة عندما تصبح فارغة؟
- ما نوع التيّار الكهربائيّ المتوفر في المنازل؟
- هل توجد طريقة لتحويل التيّار المتناوب (AC) إلى تيّار مستمر (DC)؟



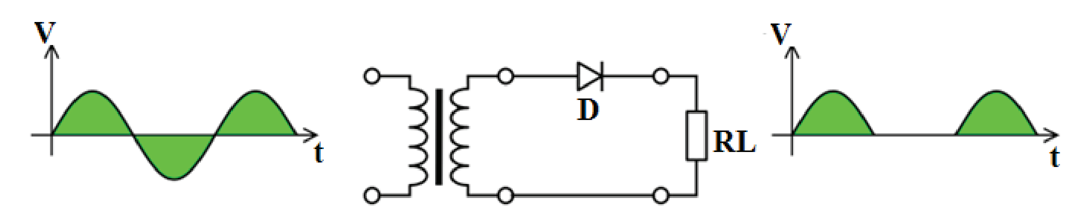
شكل (4): نشاط

تستخدم دارات التقويم لتحويل التيّار المتناوب (AC) إلى تيّار مستمر (DC)، إذ لا يخلو أي جهاز إلكترونيّ تقريباً من وحدة تغذية تحتوي على إحدى دارات التقويم التي تستخدم الخاصية الأساسيّة للثنائي، وهي سماحه بمرور التيّار الكهربائيّ من خلاله باتجاه معين، ومنعه من المرور بالاتجاه الآخر.

ومن المعلوم أن معظم الأجهزة الإلكترونيّة تعمل باستخدام التيّار المستمرّ، فالراديو مثلاً يعمل باستخدام البطّاريّات، ويعمل أيضاً عند توصيله بالتيّار المنزلي المتناوب، حيث تحتوي هذه الأجهزة في داخلها على دارة تقويم لتغذيتها بالتيّار المستمرّ المستمدّ من التيّار المتناوب. وتُعَدّ هذه الطريقة أفضل وأوفر من استخدام البطّاريّات التي يتوجب استبدالها كلما فرغت.
يوجد ثلاثة أنواع من دارات التقويم كما هو آت:

1) دارة مقوّم نصف موجة (Half-Wave Rectifier)

يبين شكل: (5) دارة مقوّم نصف موجة، تعمل على تمرير نصف الموجة الموجب من الإشارة المتناوبة، وحذف النصف السالب منها.



شكل (5): دارة مقوم نصف موجة مع شكل الإشارات الداخلة والخارجة

مبدأ عمل الدارة:

أ- خلال نصف الموجة الموجب يكون الثنائيّ في حالة انحياز أمامي، فيمر به تيّار.

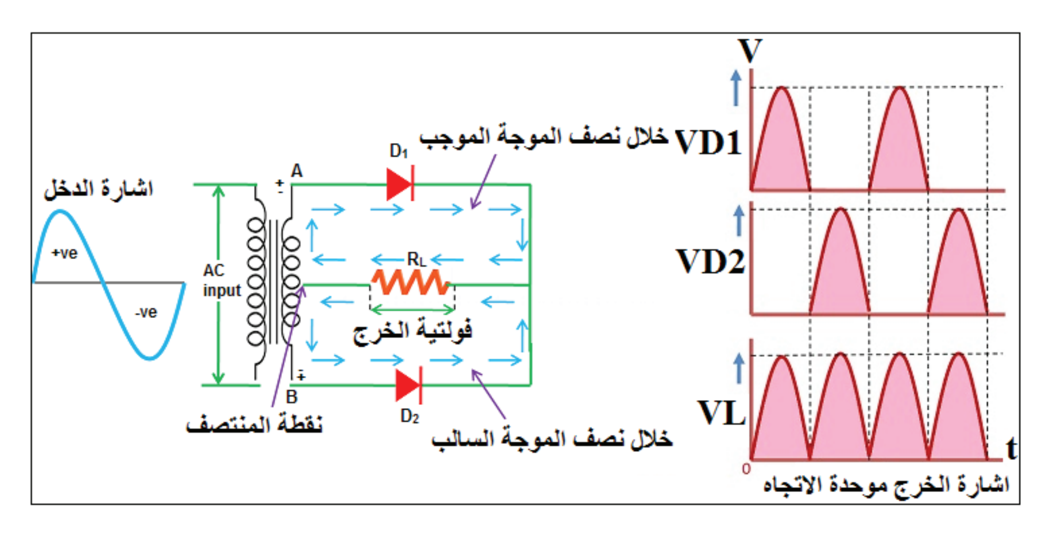
ب- خلال نصف الموجة السالب يكون الثنائيّ في حالة انحياز عكسي، فلا يمرّ به تيّار، وبالتالي يظهر في مخرج الدارة الأنصاف الموجبة من الموجة فقط.

2) دارة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحوّل ذي نقطة منتصف

يبين شكل (6): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحوّل ذي نقطة منتصف، ويمتاز المحوّل بأن طرفه الثانويّ يزود كلاً من الثنائيّين بفولتية متساوية في القيمة ومتعاكسة في القطبيّة (فرق طور 180 درجة).

مبدأ عمل الدارة:

يكون الثنائيّ (D1) في حالة انحياز أمامي (توصيل) في النصف الموجب من الموجة، بينما يكون الثنائيّ (D2) في حالة انحياز أمامي (توصيل) في النصف السالب من موجة الدخل المتناوبة.



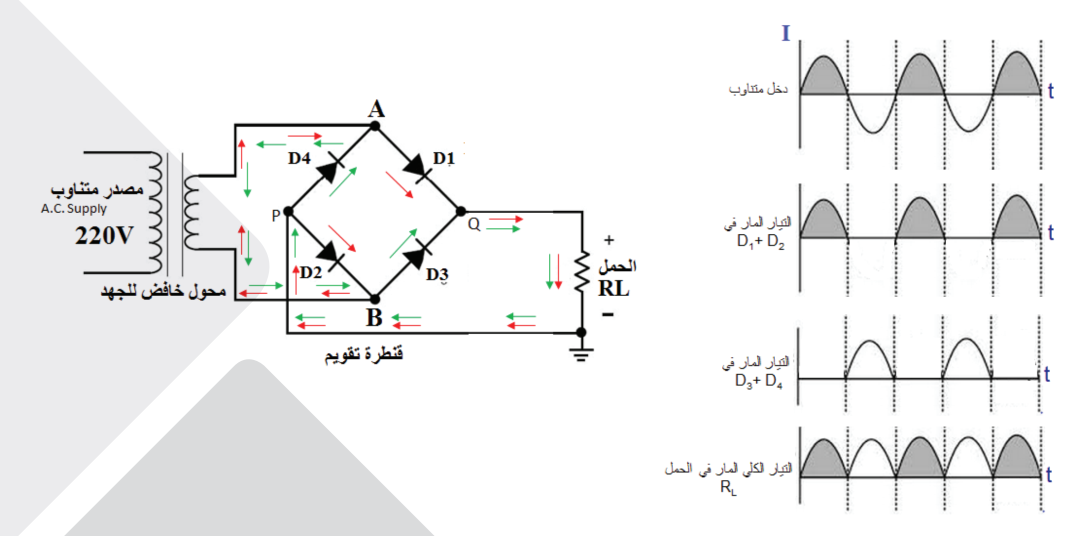
شكل (6): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين

3) دارة تقويم موجة كاملة باستخدام القنطرة

تستخدم دارة تقويم القنطرة (وهي دارة تقويم موجة كاملة)، أربعة ثنائيات ذات خواص متشابهة، منفردة أو مصنَّعة في غلاف واحد له أربعة أطراف، طرفان للدخل المتناوب (~)، وطرفان للخرج المستمرّ (+ ، -). وتصنع بأشكال وأحجام مختلفة.

كما هو مبين في شكل (7) تظهر فولتية المصدر عند النقطتين (A وB)، ويكون الثنائيّان (D1) و (D2) في النصف الموجب من الموجة منحازين أماميا، بينما يكون الثنائيّان (D3) و(D4) منحازين عكسيّاً، وبذلك يمرّ تيّار هذا النصف عبر (D1) ثم RL وعودة عبر D2 ليكمل دورته.

ويكون الثنائيّان (D3) و(D4) في اثناء النصف السالب للموجة منحازين أماميا، بينما يكون الثنائيّان (D1) وD2 منحازين عكسيّاً، وبذلك يمرّ تيّار هذا النصف عبر (D3) إلى (RL ثم إلى (D4) ليكمل دورته. انظر شكل (7):



شكل (7): دارة مقوم موجة كاملة قنطري

نشاط (2)



ابحث في طرق فحص قنطرة التقويم عمليّاً باستخدام جهاز القياس متعدد الأغراض (DMM).

نشاط (3)

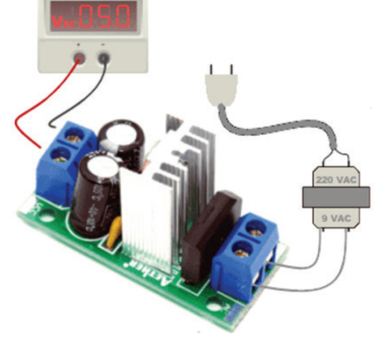
قم بتنفيذ دارة تقويم موجة كاملة تستخدم قنطرة تقويم على لوحة توصيل باستخدام اللِّحام بالقصدير، ثم تأكد من عمل الدارة.



3-3 الموقف التعليمي التّعلمي الثالث:



بناء دارة تغذية مستمرّة منظمة الجهد



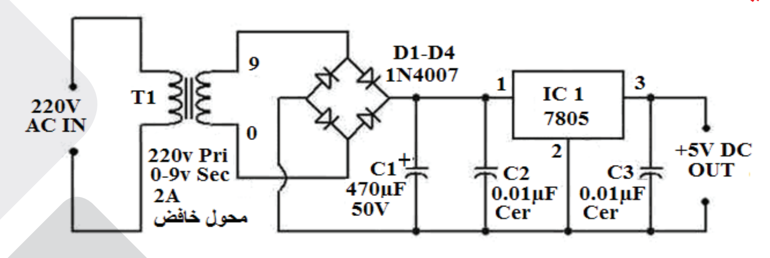
وصف الموقف التعليمي التّعلمي: حَضَرَ أحد الزبائن ومعه مصدر تغذية مستمرّة تالف، وطلب من فني الصيانة في الورشة تصميم وتنفيذ دارة إلكترونيّة بديلة عن الدارة التالفة في المصدر، ومماثلة لها في المواصفات. قام فني الصيانة بمعاينة المصدر المذكور، ووجد أنه مكونٌ من محوّل ومقوم موجة كاملة قنطري ومرشح، وأنه لم يكن يحتوي على أي منظم للجهد الأمر الَّذي قد يكون أدى إلى تلف المصدر بسبب تغير الأحمال عليه.

العمل الكامل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية (استراتيجية التعلم)**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • الاسباب التي ادت الى تلف اللوحة الالكترونية • الحمل الذي كان يغذيه المصدر ذو اللوحة التالفة، وهل ان عدم تنظيم الجهد كان احد اسباب تلف اللوحة؟ • جمع بيانات عن: • دارات التغذية المستمرة. • دارات تنظيم الجهد الجهد. • متكاملات تنظيم الجهد وباقي القطع الإلكترونية المستخدمة.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي (وصف المهمة)، أوراق البيانات Data Sheet للقطع الإلكترونية المستخدمة، كتب علمية متخصصة وحديثة حول أساسيات دارات التغذية المستمرة منظمة الجهد، نماذج توثيق العمل). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن دارات التغذية المستمرة منظمة الجهد).

المرحلة	الأنشطة	الاستراتيجية	الموارد
أخطّط وأقرّر	• اصنف البيانات عن (بناء دارات التقويم • احدد خطوات العمل: • مناقشة المعلومات المعلومات التي تم جمعها • رسم المخطط الكهربائي لدارة التغذية المستمرة منظمة الجهد عند (5V DC) وتوضع عليه كافة المعلومات اللازمة. • تحديد أطراف التغذية للعناصر المستخدمة وفولتيات التشغيل بالاستعانة بأوراق البيانات Data Sheet للقطع الإلكترونية المستخدمة وبجهاز DMM. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل بناء دارة تغذية مستمرة منظمة الجهد عند (5V DC). • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• عمل جماعي. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (المخطط الكهربائي، • نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، أوراق البيانات Data Sheet للقطع الإلكترونية المستخدمة). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).
أنفّذ	• توزيع العدد والمواد والأجهزة بحيث تزود كل مجموعة بما تحتاجه لتنفيذ العمل • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: • انفذ المخطط الكهربائي (شكل 1) على لوحة توصيل (Breadboard). • اقيس الفولتية المستمرة في مخرج الدارة باستخدام ساعة DMM واتاكد من وجود الفولتية في مخرج الدارة (5V DC). • انفذ المخطط الكهربائي للوحة الزبون على لوحة توصيل فايبر باستخدام كاوي لحام القصدير، بحذر ووفقاً للمعايير الفنية وأنظمة السلامة. • احرص على جودة اللحام وتجنب وجود أي دارة قصر بين أطراف عناصر اللوحة.	• عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة). • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	**اجهزة ومعدات:** • قنطرة تقويم (1N4007). • مكثفات (C1=470µF, C2=C3=0.01 µF Ceramic). • منظم جهد (IC7805). • مفتاح مفرد. • محول خافض (230V/9V, 2A). • ساعة قياس رقمية (DMM). • جهاز راسم إشارة (لمشاهدة إشارة الخرج وقياسها). • لوحة توصيل Breadboard. • لوحة فايبر مثقبة. • اسلاك معزولة للتوصيل، باطوال مناسبة. • كاوي لحام قصدير. • شحمة لتسهيل اللحام Flux. • حقيبة عدة متنوعة. • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن دارات التغذية المستمرة منظمة الجهد).

أتحقق	• أتحقق من: (مشاهدة إشارة الخرج وقياس فولتيتها، دقة توصيل واداء دارة التغذية). • اتاكد من: (تشغيل اللوحة الالكترونية الجديدة والتاكد من ثبات جهد الخرج عند (5V DC)).	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، أوراق البيانات Data Sheet للعناصر الالكترونية المستخدمة). • اجهزة ومعدات: (ساعة فحص DMM، جهاز راسم الاشارة) • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن بناء دارارات تغذية مستمرة منظمة الجهد).
أوثّق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ادوّن النتائج والقراءات والقيم المقاسة والرسومات والمخططات والملاحظات المختلفة عن: بناء دارة تغذية مستمرة منظمة الجهد). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (بناء دارة تغذية مستمرة منظمة الجهد).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• رضا الزبون عن اداء دارة التغذية المستمرة منظمة الجهد بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة اللوحة الالكترونية البديلة لمصدر التغذية المستمرة للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل.	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)

المخطّط الكهربائيّ



شكل (1): دارة تغذية مستمرّة منظمة الجهد

الأسئلة:

1. في دارة التغذية المستمرّة التي نفّذتها، ميّز بين استخدامات كلّ من الآتية:
   أ. المحوّل.
   ب. القنطرة.
   ج. المرشح (المكثّف).
   د. منظم الجهد.

2. كيف ستتصرّف في حال لم تحصل على أي إشارة في مخرج دارة التغذية؟

3. ماذا تقترح لتنقية إشارة الخرج في حال احتوت على بعض التشويش والتموجات؟



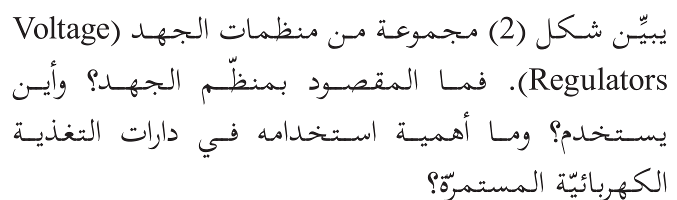
أتعلّم:

دارات التغذية المستمرّة وتنظيم الجهد

نشاط (1)



يبيِّن شكل (2) مجموعة من منظمات الجهد (Voltage Regulators). فما المقصود بمنظِّم الجهد؟ وأين يستخدم؟ وما أهمية استخدامه في دارات التغذية الكهربائيّة المستمرّة؟



شكل (2): مجموعة من منظمات الجهد

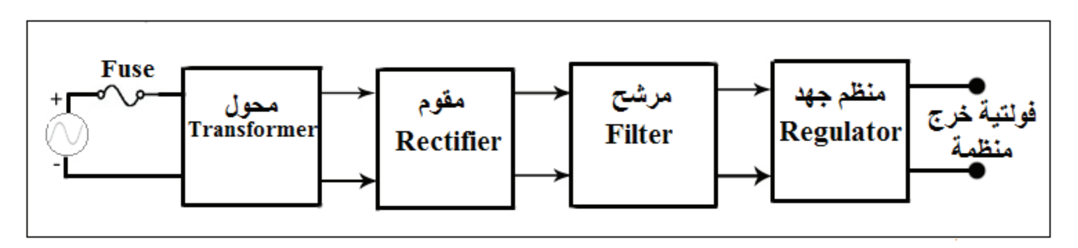
علمت سابقاً أن معظم الأجهزة الإلكترونيّة تعمل بالتيّار المستمرّ (DC)، لكن مصدر التيّار الكهربائيّ المتوفر في المنازل هو من نوع التيّار المتناوب (AC)؛ لذا لا يمكن تشغيل هذه الأجهزة من مصدر التيّار المتوفر في المنازل بصورة مباشرة.

إن حل هذه المشكلة يتمثّل في إيجاد دارات تغذية إلكترونيّة قادرة على تحويل التيّار المتناوب إلى تيّار مستمر ثابت الجهد بصورة دائمة ودقيقة، حيث تحتاج كثير من الأجهزة الإلكترونيّة إلى التزود بفولتية ثابتة مستمرّة من أجل أن تعمل الترانزستورات والدارات الرقميّة والعناصر الإلكترونيّة الأخرى بصورة صحيحة. ويفترض في هذه الفولتيّة أن تكون ثابتة القيمة، ولا تتغيّر عند تغيير ظروف التشغيل إلا في حدود معيّنة مسموح بها تصل إلى 1% من القيمة الاسمية التي يعمل عليها الجهاز.

سنتعرّف فيما يأتي على أهم مكوّنات دارة تغذية مستمرّة منظمة الجهد ووظيفة كلّ وحدة ومن وحداتها.

دارات التغذية المستمرّة منظمة الجهد (Regulated Power Supply)

تُعَدّ دارة التغذية المستمرّة جزءاً أساسيّاً في معظم الأجهزة الإلكترونيّة لتزويد الجهاز بالطاقة اللازمة لتشغيله. ومهما اختلفت أنواعها إلا أن معظم هذه الدارات تتكوّن من المراحل الرّئيسة الآتية، انظر شكل (3):



شكل (3): مخطّط صندوقي لمصدر تغذية مستمرّة منظم الجهد

1- محوّل خافض (Step-down Transformer)

ويتم بواسطته تخفيض جهد المصدر العام المتناوب (220v) إلى قيمة مناسبة وبحسب الجهد المطلوب.

2- دارة التقويم (Rectification)

وفيها يتم توحيد اتجاه التيّار المتناوب في اتجاه واحد للحصول على تيّار مستمر. (كما درست سابقاً).

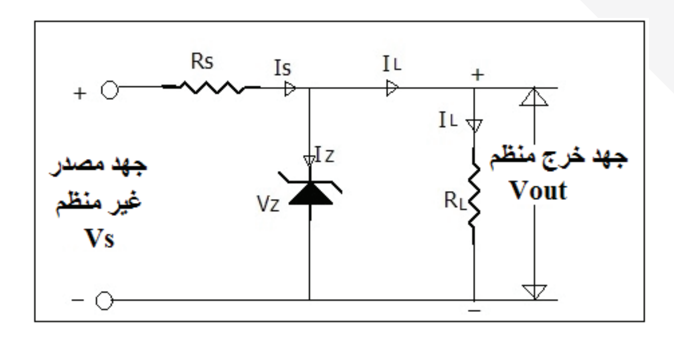
3- دارة التنعيم (Smoothing)

في جميع دارات التقويم (سواء دارة تقويم نصف الموجة أو الموجة الكاملة) تكون إشارة خرج المقوم على شكل موجات مقومة، وينبغي التخلص منها نظراً لما تسببه من مشاكل للأجهزة؛ لذا يستخدم مرشح (مكثّف) بعد المقوّم للحصول على تيّار مستمر ومنعّم بدرجة كاملة. وكلما كانت قيمة المكثّف أكبر كانت درجة التنعيم أكبر وأكثر جودة.

4- دارة تنظيم الجهد (Regulation)

نظراً لتغير قيمة الأحمال الكهربائيّة وتغير الجهد الكهربائيّ العام (200-240v)، تستخدم منظمات الجهد لتنظيم وتثبيت جهد الخرج لمصدر التغذية المستمرّة.

يتكون منظم الجهد في أبسط صوره من ثنائي زينر، موصول على التوازي مع الحمل (R_L)، بحيث يكون في حالة انحياز عكسي باستمرار، ولا يمرِّر إلا تيّاراً صغيراً جداً. انظر شكل (4):



شكل (4): استخدام ثنائي زينر في تنظيم الجهد

يتم اختيار ثنائي زينر بحيث تكون فولتية زينر له مساوية لفولتية خرج الدارة في الحالة الطبيعية. ويعمل زينر على عدم السماح للفولتية بين طرفي مقاومة الحمل (R_L) بالارتفاع أو الانخفاض عن الفولتية المقرّرة للدارة، وبذلك يتم تثيت فولتية الحمل.

يلاحظ من شكل (4) ضرورة استخدام مقاومة (Rs) في الدارة؛ حتى لا تتجاوز قيمة التيّار (Iz) المارّ في ثنائي زينر الحد الأعلى المسموح به، وبالتالي ضمان عدم تلف الثنائيّ.
يمكن حساب قيمة المقاومة (Rs) كالآتي:

$$\text{Rs} = \frac{Vs - Vz}{Iz}$$

حيث:

(Rs): مقاومة تستخدم لتحديد قيمة تيّار الزينر وتقاس بالأوم

(Vs): فولتية المصدر وتقاس بالفولت

(Vz): فولتية زينر وتقاس بالفولت

(Iz): التيّار الأعلى لثنائي زينر ويقاس بالأمبير

مثال:

ثنائي زينر (2W- 5V)، من المقرر استخدامه في دارة تنظيم جهد من (12V) إلى (5V)، احسب قيمة المقاومة (Rs) المطلوب استخدامها في الدارة لضمان عدم تلف ثنائي زينر

الحل:

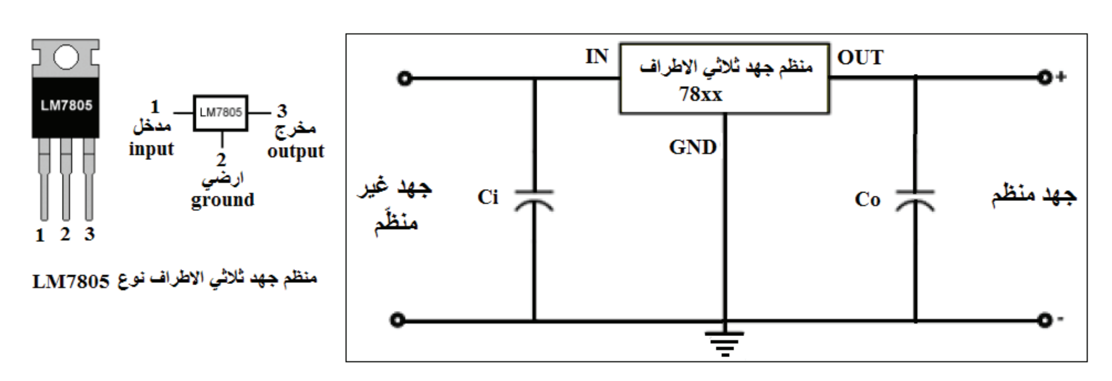
$$\text{Rs} = \frac{Vs - Vz}{Iz}$$

نلاحظ أن قيمة (Vs=12V)، وكذلك قيمة (Vz=5V)، أما قيمة (Iz) فمجهولة، ونقوم بحسابها كالآتي:

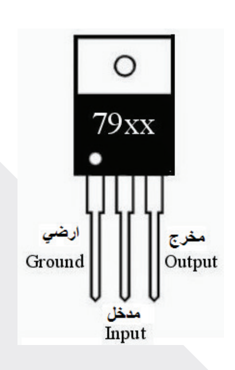
$$Iz = \frac{Pz}{Vz} = \frac{2}{5} = 0.4A$$

$$Rs = \frac{Vs - Vz}{Iz} = \frac{12 - 5}{0.4} = 17.5\Omega$$

هناك نوع آخر من منظمات الجهد يسمى "منظم الجهد ثلاثي الأطراف" وهو دارة متكاملة (IC) تحتوي على دارة داخلية للحد من التيّار، وعلى دارة قطع حراريّ، بحيث تفصل عند زيادة التيّار أو ارتفاع الحرارة. انظر شكل (5):



شكل (5): الدارة الأساسيّة لمنظم جهد (IC) ذو ثلاثة أطراف



شكل (6): منظم جهد 79xx

يمتاز هذا النوع من دارات تنظيم الجهد بالكفاء العالية في الأداء، وباحتياجه لعدد قليل من العناصر الخارجية لعمله، بالإضافة إلى احتوائه على دارات للحماية من القصر وزيادة الحمل، وكذلك الحماية من ارتفاع درجة الحرارة.

تكون هذه المنظِّمات المتكاملة موسومة بالبادئة الرقميّة (78) للدلالة على أن دخلها وخرجها موجبان، أما إذا كان دخلها وخرجها سالبين فتكون البادئة الرقميّة هي (79). انظر شكل (6).

وتتوفر هذه المنظمات بمدى متعدّد من الفولتيّة مثل (5V، 6V، 8V، 9V، 12V، 15V، 18V، 24V)، وتكون مصنّعة لتعمل بتيار حمل اقصى يبلغ (1A).

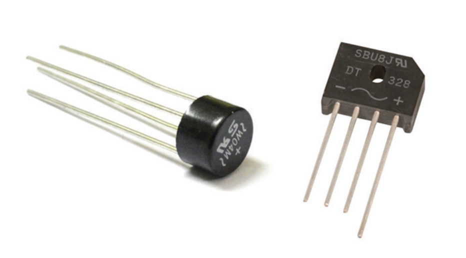
تدل الخانتان الأخيرتان من رقم دارة منظم الجهد على قيمة جهد التنظيم، فهو مثلاً (5V) في المنظم (LM7805) الَّذي يظهر في شكل (5) لأن الخانتين الأخيرتين من رقم المنظم هما (05).

نشاط (2)



يبين الشكل (7) أحد أشكال القنطرة المكونة من أربع ثنائيات، المطلوب:

- تحديد المدخل والمخرج.
- البحث عن أشكال أخرى.



شكل (7): أشكال مختلفة للقنطرة

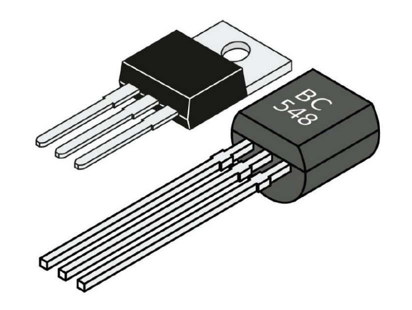
نشاط (3)



قم برسم دارة تغذية مستمرّة تستخدم ثنائيين في دارة التقويم، ومكثّف تنعيم قيمته (330μF)، ومنظم جهد ذا ثلاثة أطراف، بقيمة جهد تنظيم تبلغ 9 فولت.

4-3 الموقف التعليمي التّعلمي الرابع:

تمييز الترانزستورات وفحص صلاحيّتها وتحديد أطرافها



وصف الموقف التعليمي التعلمي: حضر أحد الزبائن، ومعه لوحة إلكترونيّة تمثّل مضخِّماً إلكترونيّاً ترانزستوريّاً، وقد كان المضخِّم يعاني من ضعف التضخيم، ووجود بعض التشويش في أدائه. قام فني الصيانة في الورشة بمعاينة أوليّة للّوحة الإلكترونيّة بالنظر، وقد لاحظ وجود سوء توصيل في أطراف أحد الترانزستورات (لحام مفكوك)، بالإضافة إلى وجود رائحة حرق في منطقة الترانزستورات؛ مما دَلّ على تلف ترانزستور أو أكثر في هذه اللوحة.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
	العمل الكامل		
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • استفسار الزبون عن وجود اسباب مباشرة ادت الى تعطّل المضخّم (سقوط على الارض، تذبذب مصدر التغذية الكهربائية،....). • سؤال الزبون عن الحمل الذي كان يغذيه المضخم الترانزستوري المعطل، وهل ان عدد السماعات وقدرتها تتناسب مع قدرة خرج المضخم؟ • استفسار الزبون عن وجود حرارة زائدة ورائحة حرق تصدر عن المضخم عند تشغيله. • جمع بيانات عن: • ترانزستورات (BJT) وأنواعها المختلفة (NPN, PNP). • طرق تمييز الترانزستورات (من الانواع السابقة) وفحصها.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي (وصف المهمة)، أوراق البيانات Data Sheet للترانزستورات المستخدمة، كتب متخصصة ونشرات حول الموضوع، مجموعة من كتب المكافئات، نماذج توثيق العمل). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن الترانزستورات وكل ما يتعلق بها).
اخطط واقرّر	• اصنف البيانات عن (بناء دارات التقويم). • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها. • تحديد العدد والمواد والأجهزة اللازمة لانجاز العمل. • الاتفاق على مراحل استبدال الترانزستورات التالفة (بعد فحصها)، باخرى سليمة لاصلاح المضخم. • إعداد جدول زمني للتنفيذ	• العصف الذهني. • عمل جماعي. • الحوار والمناقشة.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، أوراق البيانات Data Sheet للترانزستورات المستخدمة). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• توزيع العدد والمواد والأجهزة بحيث تزود كل مجموعة بما تحتاجه لتنفيذ العمل • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: • اميّز أنواع مختلفة من الترانزستورات • افحص الترانزستورات واحدد أطرافها كالآتي: • اضبط ساعة القياس الرقمي (DMM) على وضع فحص الثنائي (⊣▶⊢) قبل البدء في فحص الترانزستور. • اوصل سلكي الساعة بأطراف الترانزستور لفحص حالتي الانحياز الامامي والعكسي بين القاعدة وكل من الباعث والمجمع، وتسجيل القراءات الماخوذة. • إجراء القياس بين الباعث والمجمع ايضاً، مع عكس الاقطاب في كل حالة، وتسجيل القراءات الماخوذة. • اراجع القراءات واتمعن في قيمها لأخذ الاستنتاجات في كل حالة بخصوص معرفة اطراف الترانزستور وتحديد اطرافه ونوعه وهل هو صالح ام تالف. • افك الترانزستورات التالفة من المضخم الإلكتروني الخاص بالزبون، واستبدلها بأخرى سليمة. • استخدم كاوي اللحام بحذر، للمحافظة على جودة اللحام وتلافي عمل دارة قصر بين أي طرف من أطراف الترانزستور وأي عنصر آخر في اللوحة.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • العصف الذهني. • الحوار والمناقشة.	**اجهزة ومعدات:** • ترانزستورات متنوعة (ترانزستور ثنائي القطبية نوع (PNP) ونوع (NPN). • جهاز قياس متعدد الأغراض (DMM). • كتاب المكافئات او ورقة البيانات (Data Sheet) للترانزستورات المستخدمة. • اسلاك معزولة للتوصيل، باطوال مناسبة. • كاوي لحام قصدير. • شحمة لتسهيل اللحام Flux. • حقيبة عدة متنوعة. **التكنولوجيا:** (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن الترانزستورات).
أتحقق	• أتحقق من: (تكرار عملية الفحص وصولاً للاتقان، فحص اللوحة بالنظر لضمان جودة اللحام وخلو اللوحة من دارات القصر بين أطراف العناصر الالكترونية). • اتاكد من: (جودة وسلامة فك الترانزستورات التالفة واستبدالها بأخرى سليمة، تشغيل وتجريب المضخم للتاكد من سلامة عمله).	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، أوراق البيانات Data Sheet للترانزستورات المستخدمة). • اجهزة ومعدات: (ساعة فحص DMM، جهاز راسم الاشارة). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن الترانزستورات).
أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ادوّن النتائج والقراءات والقيم المقاسة والملاحظات المختلفة عن: تمييز الترانزستورات وفحص صلاحيتها وتحديد أطرافها). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (تمييز الترانزستورات وفحص صلاحيتها وتحديد أطرافها).	• النقاش في مجموعات • لعب الادوار	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.

أقوم	• رضا الزبون عن اصلاح المضخم الترانزستوري بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة اداء المضخم الترانزستوري للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل.	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).

الأسئلة:

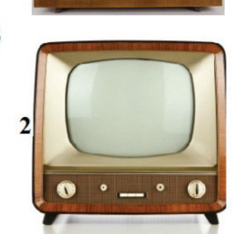
1. فسّر لماذا تمّ تصنيع أنواع مختلفة من الترانزستورات.
2. هل يشترط معرفة أطراف الترانزستور قبل القيام بتثبيته على اللوحة الإلكترونيّة؟ علّل إجابتك إذا كانت الإجابة بنعم.
3. باستخدام محرك البحث جوجل في شبكة الإنترنت أو كتب المكافئات، ابحث عن ورقة البيانات (Data Sheet) الخاصة بالترانزستور (BC107)، ثم استخرج منها المعلومات حول المادة شبه الموصلة التي صنع منها الترانزستور، وما الترددات التي يعمل عليها، ثم حدِّد بدائله من الترانزستورات.
4. قم بإعداد بحث موجز عن دلالات الأحرف والأرقام التي تكون مثبتة على الترانزستور.

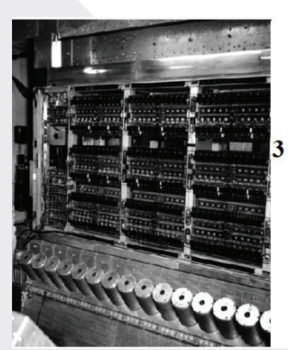


أتعلَّم:

الترانزستورات Transistors

نشاط (1) يبيِّن شكل (1) مجموعة أجهزة إلكترونيّة قديمة، ويبدو في الصورة (1) جهاز راديو (مذياع)، وفي الصورة (2) جهاز تلفزيون، أما الصورة (3) فهي لجهاز حاسوب موديل 1963، دقق النظر في صور الأجهزة السابقة، ثم حاول الإجابة عن الأسئلة الآتية:



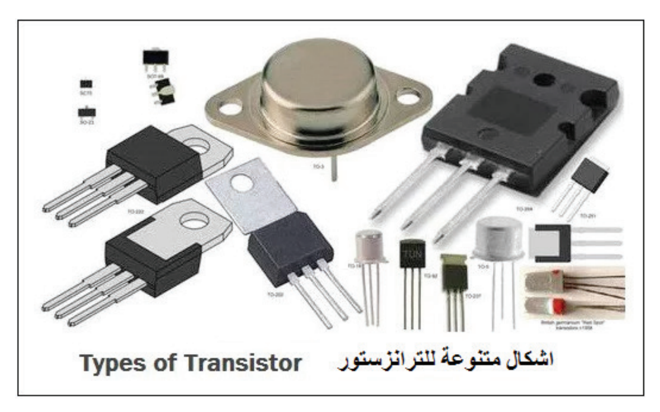


شكل (1): مجموعة أجهزة إلكترونيّة قديمة

- لماذا تمتاز هذه الأجهزة بكبر حجمها؟
- ما اسم العنصر الإلكترونيّ الّذي استخدم آنذاك لتكبير الإشارات الكهربائيّة في تلك الأجهزة؟
- ما اسم العنصر الإلكترونيّ البديل الّذي يستخدم حاليا لتكبير الإشارات الكهربائيّة في الأجهزة الحديثة؟

يعرّف الترانزستور بأنه عنصر إلكترونيّ ذو ثلاثة أطراف مصنوع من مواد شبه موصلة كالسيليكون والجرمانيوم، ويمتاز بصغر حجمه ورخص ثمنه وسهولة تصنيعه وكفاءته العالية، مقارنة بالصمام المفرغ (Vacuum Tube) كبير الحجم كثير العيوب، الَّذي كان يستخدم في تكبير الإشارة ومعالجتها في الأجهزة الإلكترونيّة القديمة.

وقد أحدث اختراع الترانزستور (سنة 1947) ثورةً في عالم الإلكترونيَّات، بحيث أصبح بالإمكان تصنيعه بشكل منفرد أو كجزء من دارة متكاملة (IC) تحتوي على عدد كبير جدّاً من الترانزستورات يمكن أن يصل إلى بضعة ملايين. انظر شكل (2)



شكل (2): أشكال شائعة ومتنوّعة للترانزستور

الاستخدامات الرئيسية للترانزستور

بشكل عام، يستخدم الترانزستور في التطبيقات العمليّة الآتية:

1) تضخيم الإشارات الكهربائيّة.
2) مفتاح إلكترونيّ عالي السرعة، يعمل على وصل التيّار الكهربائيّ وفصله.
3) استخدام الترانزستور كمذبذب (Oscillator).

أنواع الترنزستورات

هناك كثير من أنواع الترانزستورات أهمها ترانزستور الوصلة ثنائي القطبيّة (BJT)، وهناك أيضاً ترانزستور تأثير المجال (FET)، وترانزستور الوصلة أحادي القطبيّة (UJT)، وسنقتصر هنا على شرح النوع الأول (ترانزستور الوصلة ثنائي القطبيّة (BJT) لأهميته وشيوع استخدامه.

تركيب ترانزستور الوصلة ثنائي القطبيّة (Bipolar Junction Transistor - BJT)

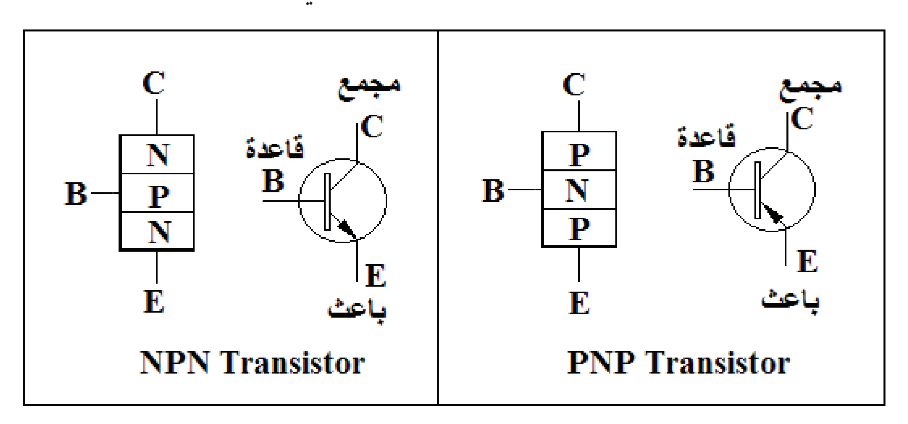
يتكون الترانزستور من ثلاث طبقات من أشباه الموصلات بعضها بجوار بعض، وحيث إن أشباه الموصلات في الترانزستور هي نوعان (P) الموجب و(N) السالب، إذن يمكن الحصول على نوعين من

الترانزستورات ثنائية القطبيّة همـا (PNP) و(NPN)، وتدعى الطبقـات الثلاث: الباعـث، والقاعـدة، والمجمـع، كالآتـي:

الباعـث Emitter (E): يتميـز الباعـث في الرمـز التخطيطي بـرأس سـهم للدلالـة عليـه مـن جهـة، ولتحديـد نـوع الترانزسـتور مـن جهـة ثانيـة، فـإذا كـان اتجـاه السـهم للخـارج يكـون نـوع الترانزسـتور (NPN)، أمـا إذا كـان اتجـاه السـهم للداخـل فيكـون نـوع الترانزسـتور (PNP). انظـر شـكل (3)

القاعـدة Base (B): هـي الجـزء الَّـذي يمكـن بواسـطته التحكـم فـي تيّـار الباعـث، وتصنـع القاعـدة مـن نـوع مـادة مخالفـة لنـوع مـادة الباعـث والمجمـع. انظـر شـكل (3)

المجمـع Collector (C): وهو الجزء الَّذي يوصل بالحمل الخارجي غالباً. انظر شكل (3)



شكل (3): رمز وتركيب ترانزستور (NPN) و(PNP)

الانحياز الأمامي والعكسي للترانزستور (مبدأ العمل)

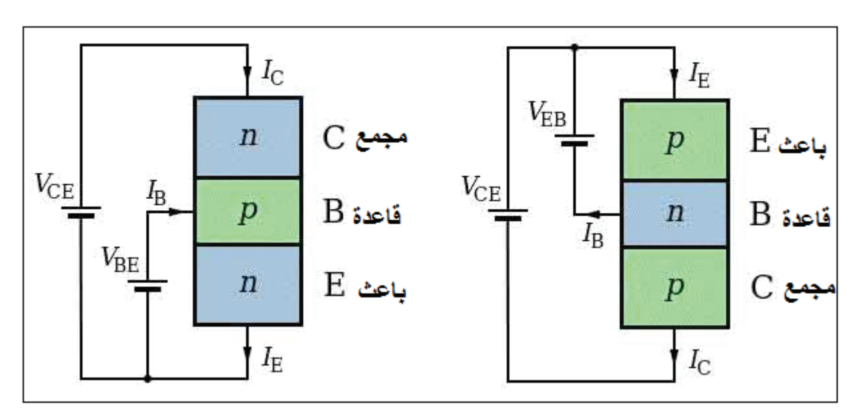
لكي يعمل الترانزستور بشكل طبيعي لا بد من توفير الانحياز المناسب لوصلتي الترانزستور كالآتي:

وصلة الباعث القاعدة يجب أن تكون في حالة انحياز أمامي

وصلة قاعدة المجمع يجب أن تكون في حالة انحياز عكسي

أي إذا كان نوع الترانزستور (NPN) فإن الباعث (E) يأخذ جهدا سالباً، بينما يأخذ المجمع (C) جهداً موجباً، أما القاعدة (B) فتأخذ جهداً موجبا. انظر شكل (4)

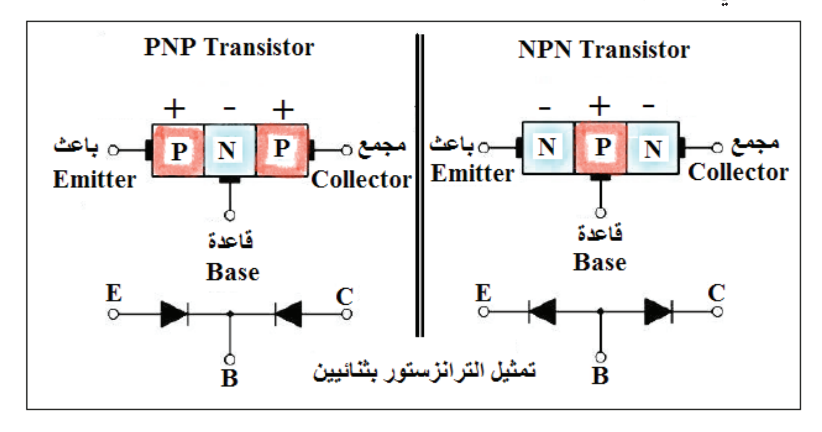
أما إذا كان نوع الترانزستور (PNP) فإن الباعث (E) يأخذ جهدا موجباً، بينما يأخذ المجمع (C) جهداً سالبا، أما القاعدة (B) فتأخذ جهداً سالباً. انظر شكل (4)



شكل (4): الانحياز الأمامي والعكسي للترانزستور

معرفة نوع الترانزستور وتحديد أطرافه:

بما أن الترانزستور يتكون من ثلاث طبقات من مادة شبه موصلة، لذا فإن دارته المكافئة تتكون من ثنائيين موصولين كما هو مبين في شكل (5):



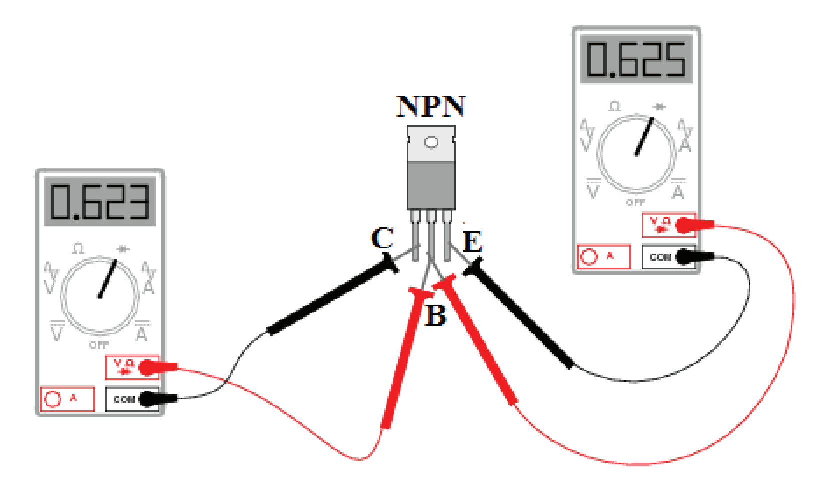
شكل (5): التركيب المكافىء للترانزستور

تتـم معرفـة نـوع الترانزسـتور وتحديـد أطرافـه باسـتخدام جهـاز القيـاس الرقمـيّ متعـدد الأغـراض (DMM) بعـد ضبطـه علـى وضـع قيـاس الأوم (Ω)، أو فحـص الثنائـيّ (⊣▶⊢) كالآتـي:

الحالة الأولى: عند عدم معرفة أطراف الترانزستور

نضبط ساعة القياس الرقميّة (DMM) على وضع فحص الثنائيّ (⊣▶⊢)، ثم نقوم بالقياس بين كلّ الأطراف، حتى نصل إلى الطرف الّذي يقيس قيمة مع الطرفين الآخرين، ويكون هذا الطرف هو طرف القاعدة (B) للترانزستور.

لتحديد طرف المجمع وطرف الباعث يجب ملاحظة قيمة القراءة بين القاعدة والطرفين الآخرين في حالة الانحياز الأمامي، وتشير القراءة الأصغر إلى أن الطرف الّذي نقيس بينه وبين القاعدة هو المجمع (C)، بينما الطرف الثالث (ذو القراءة الأكبر) هو الباعث (E). وهكذا نكون قد حدّدنا الأطراف الثلاثة للترانزستور مجهول الأطراف. انظر شكل (6)

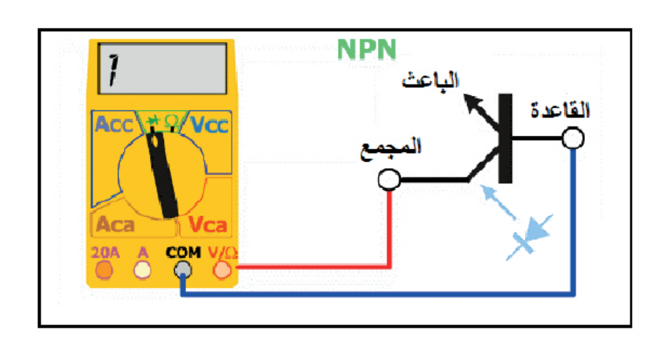


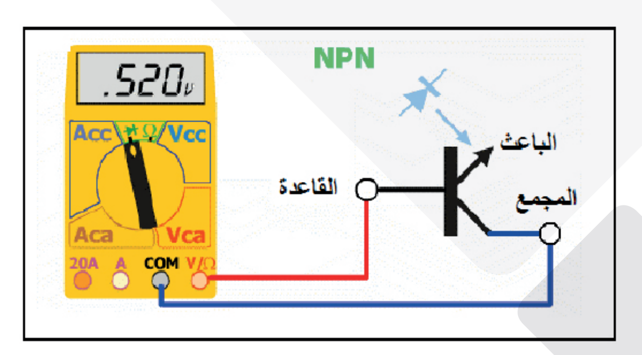
شكل (6): تحديد طرفي المجمع والباعث للترانزستور

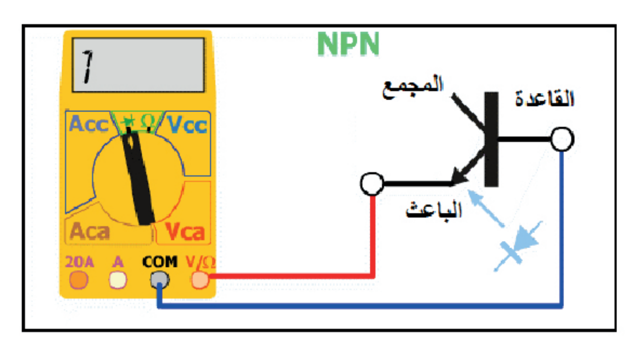
لتحديد نوع الترانزستور يتم النظر إلى أطراف جهاز القياس عندما يكون الانحياز أمامياً بين (القاعدة والباعث) و(القاعدة والمجمع). فاذا كان الطرف الموجب متصلاً بالقاعدة فإن الترانزستور هو من نوع (NPN)، أما إذا كان الطرف السالب هو المتصل بالقاعدة فإن الترانزستور يكون من نوع (PNP). انظر شكل (7).

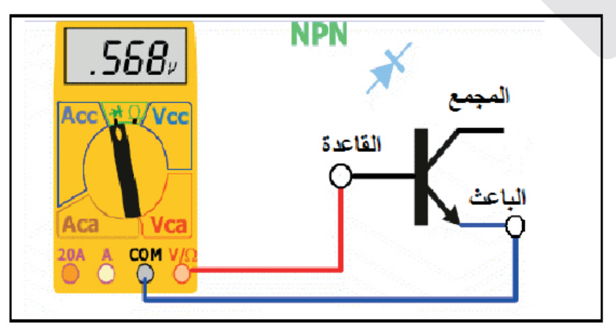
الحالة الثانية: عندما تكون أطراف الترانزستور معلومة

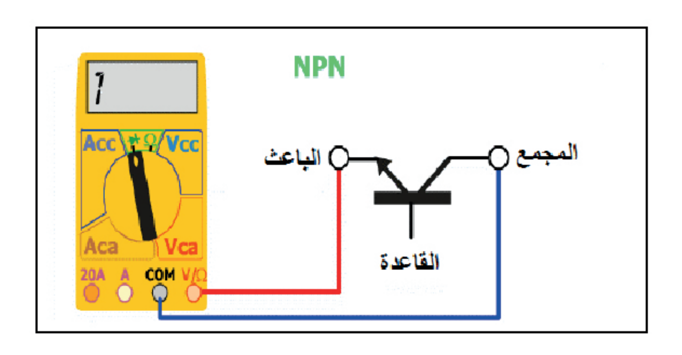
في هذه الحالة، يفحص الترانزستور بنفس الطريقة السابقة، وذلك بقياس الوصلة بين القاعدة والمجمع، وكذلك الوصلة بين القاعدة والباعث ساعة القياس الرقميّة (DMM) بعد ضبطه على وضع فحص الثنائيّ (⊣▶⊢). انظر شكل (8)

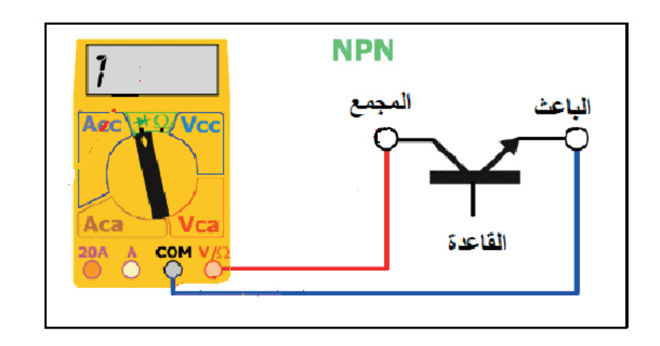












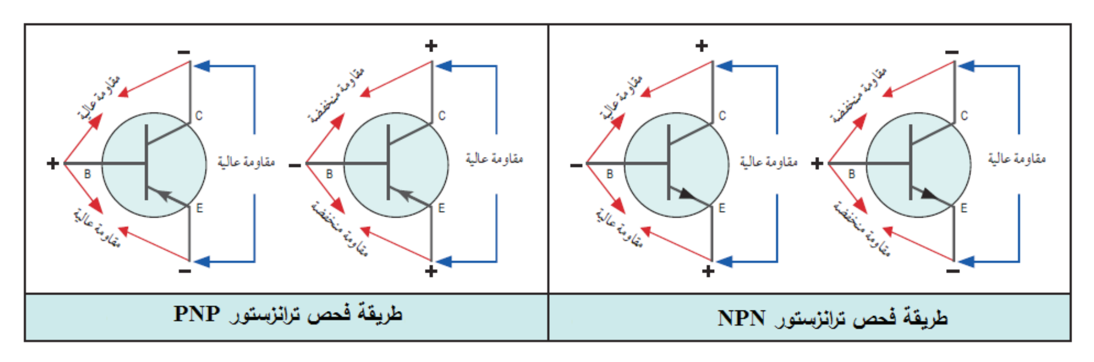
شكل (7): طريقة فحص الترانزستور وتحديد أطرافه

فحص صلاحية الترانزستور

باستخدام جهاز القياس الرقميّ متعدد الأغراض (DMM) بعد ضبطه على وضع فحص الثنائيّ (⊣◀)، يمكن ملاحظة الآتي:

1. إن قياس فولتية الانحياز بين كلّ من (القاعدة - المجمع) و(القاعدة - الباعث) يكون في حدود (0.5v) إلى (0.7v) وهذه القيم تختلف من ترانزستور لآخر، وهي تدل على أنَّ الترانزستور سليم.
2. إذا كانت القياسات بين أي طرفين من أطراف الترانزستور الثلاثة تعطي قراءة دارة قصر (Short Circuit) أي صفراً، فهذا يدلّ على تلف الترانزستور.
3. إذا كانت القياسات بين القاعدة وأي طرف آخر من أطراف الترانزستور تعطي قراءة دارة مفتوحة (Open Circuit) حتى مع تغيير القطبيّة، فهذا يدلّ على تلف الترانزستور.

وهناك طريقة أخرى لفحص الترانزستور وتحديد أطرافه بوضع ساعة القياس (DMM) على وضع قياس الأوم (Ω)، ثم أخذ القياسات كما هو موضَّح في شكل (8).



شكل (8): فحص الترانزستور باستخدام الأوميتر

ويعد اختلاف قيم المقاومات المقيسة عن تلك التي تظهر في شكل (8) دليلاً على تلف الترانزستور.

ملاحظات هامة حول الترانزستور

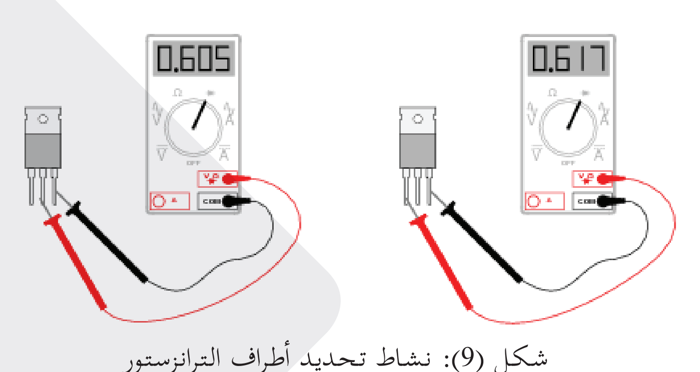
كل أنواع الترانزستورات التي لها جسم معدني، فإن هذا الجسم يستخدم كمبدد حراريّ لتبريد الترانزستور.

توجد أنواع من الترانزستورات المعدنيّة يكون فيها الطرف الَّذي يحوي نتوءات هو الباعث (E) والطرف الموصول مع الجسم المعدنيّ هو المجمع (C)، أما الطرف الثالث فهو القاعدة (B).

توجد أنواع من الترانزستورات المعدنيّة لها طرفان هما الباعث (E) والقاعدة (B)، أما المجمع (C) فهو جسم الترانزستور المعدنيّ.

نشاط ابحث عن أنواع أخرى من الترانزستورات، ثم قارن بينها وبين ترانزستورات (BJT) من حيث التركيب والاستخدامات العمليّة.

نشاط عند استخدام ساعة القياس الرقميّة (DMM) (على وضعيّة فحص الثنائيّ)، لفحص أحد الترانزستورات ومعرفة نوعه (PNP أو NPN) وتحديد أطرافه (E, B, C)، ظهرت القراءات المبيّنة في شكل (9).

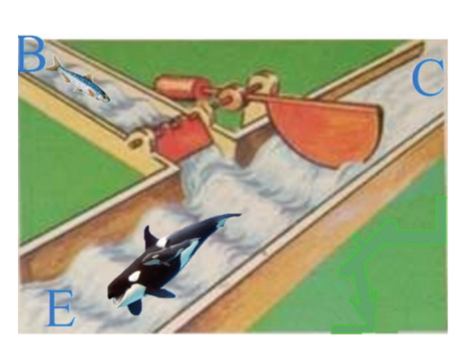


شكل (9): نشاط تحديد أطراف الترانزستور

المطلوب: بناء على القراءات التي سجَّلتها ساعتا القياس، التي تظهر في شكل (9) حدّد الآتي:

أ. نوع الترانزستور

ب. أطراف الترانزستور



5-3 الموقف التعليمي التّعلّمي الخامس:

بناء دارة مضخِّم ترانزستوري

وصف الموقف التعليمي التّعلمي: حضر أحد الزبائن إلى ورشة صيانة ومعه جهاز راديو محمول يعمل، ولكن مع خفوت شديد في الصوت، حيث اشتكى أحد الزبائن أن الجهاز لا يصدر منه صوت مسموع عند تشغيله.

العمل الكامل			
خطوات العمل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • حالة الجهاز لا يصدر منه صوت نهائياً، أو خفوت في شدة الصوت بدرجات مختلفة. • أجمع البيانات عن: • مكبرات الترانزستور. • حساب (الكسب) نسبة التكبير للجهد أو التيار. • أصناف المكبرات. • طرق الربط بين مراحل التكبير.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، أدلة الشركة الصانعة لأنواع المكبرات الترانزستورية ومواصفاتها الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بالمكبرات، أنواعها وطرق الربط بين مراحل التكبير).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (مكبرات الترانزستور، الكسب، أصناف المكبرات، طرق الربط بين مراحل التكبير). • أحدد خطوات العمل: • تحديد العدد والأدوات والوثائق التي تلزمهم في التنفيذ. • تحديد أنواع المكبرات الترانزستورية. • تحديد دارة المكبر الترانزستوري من مرحلة واحدة أو من مرحلتين. • طريقة الربط بين مراحل التكبير للمكبر الترانزستوري. • تختار المجموعة مخططاً لدارة المكبر. • طريقة حساب نسبة التكبير للجهد أو التيار. • نقاط فحص مراحل دارة المكبر. • الجزء التالف في جهاز الراديو السماعة أم دارة تكبير التردد المتوسط في الجهاز. • مراحل فحص دارة مرحلة تكبير التردد المتوسط في الجهاز. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (المخطط التمثيلي لدارة المكبر الترانزستوري المطلوبة (مرحلة واحدة أو مرحلتين) وعليه قيم جهد البطارية، المقاومات، المكثفات ونوع الترانزستور، أدلة الشركة الصانعة لأنواع الترانزستورات ومواصفاتها الفنية، معادلة نسبة التكبير للجهد، المخطط التمثيلي لجهاز الراديو المحمول).

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة. • توزيع العناصر الإلكترونية اللازمة. • توزيع الأدوات والأجهزة المناسبة لتنفيذ مخطط الدارة. • تثبيت القطع الإلكترونية وتوصيلها. • ضبط وتشغيل أجهزة التغذية والقياس. • أخذ القراءات عند كل مرحلة. • رسم إشارة الخرج. • استنتاج نسبة تكبير الجهد. • فحص نقاط مراحل تكبير التردد المتوسط لجهاز الراديو. • عند استخدام ترانزستور نوع PNP فإننا يجب أن نعكس الأقطاب أو أطراف توصيل البطاريات.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	**أجهزة ومعدات:** • لوح توصيل وأسلاك ملائمة. • عراية أسلاك. • ساعة رقمية DMM. • جهاز مولد إشارة وجهاز راسم إشارة ومصدر تغذية مستمرة. • ترانزستور عدد اثنين (BC107 -BD137). • مكثفات ثابتة عدد خمسة (47 μF – 16 V). • مكثفات ثابتة عدد ثلاثة (10 μF – 16 V). • مقاومات ثابتة (عدد ثلاثة 10 KΩ، عدد اثنين 56 KΩ، عدد اثنين 18 KΩ، عدد اثنين3.3 KΩ، 2.2 KΩ، 1 KΩ، 100 Ω). • مخطط مكبر مرحلة واحدة ومخطط مكبر مرحلتين باستخدام مقاومة ومكثف. • جهاز راديو. • كتاب المواصفات للترانزستور Data Sheet. • دليل الشركة الصانعة لمعرفة احتياطات التشغيل الخاصة لإستخدام أي جهاز قياس.
أتحقق	• أتحقق من: (تحديد أطراف الترانزستور ونوعه، إشارة الدخل للمكبر، توصيل دارة المكبر الترانزستوري بشكل صحيح، مقدار تكبير إشارة الخرج). • أتأكد من أن طريقة فحص مراحل تكبير التردد المتوسط لجهاز الراديو وان الجهاز يعمل حسب طلب الزبون.	• البحث العلمي.	• الوثائق: (المواصفات الفنية المزودة من الشركة الصانعة، البيانات المطبوعة على لوحة الجهاز المراد فحصه). • أجهزة ومعدات: جهاز الزبون.
أوثق وأعرض	• أوثق: (رسم دارة المكبر، تسجيل خصائص إشارة الدخل، رسم خرج نقاط الفحص لكل مرحلة، تسجيل معامل التكبير للمكبر، تسجيل حالة فحص مراحل تكبير التردد المتوسط لجهاز الراديو). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (بناء دارة مضخم ترانزستوري).	• التعلم التعاوني. • النقاش في مجموعات.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.

أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل جهاز الراديو بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة عمل جهاز الراديو للمواصفات، والمعايير.	• البحث العلمي. • حوار ومناقشة.	• الوثائق: (مواصفات الترانزستور من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

الأسئلة:

1- بعد تنفيذ دارة مكبّر مرحلة واحدة أو مرحلتين:

- هل إشارة جهد الخرج وإشارة جهد الدخل يكون لهما نفس الطور؟
- كيف يمكن قياس معامل التكبير الكلّي للجهد؟

2- المطلوب تنفيذ دارة مكبّر قدرة باستخدام دارة المتكاملة (TDA2003).

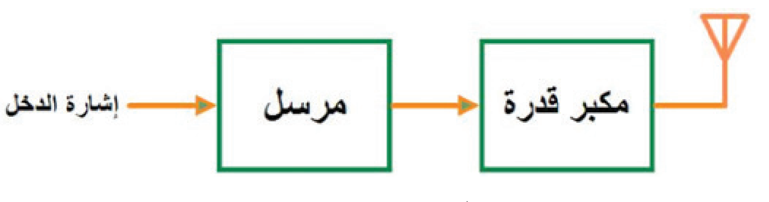


أتعلَّم:

المكبّر الترانزستوريّ



نشـــاط يوضّح شكل (1) المخطّط الصندوقي لجهاز إرسال لا سلكي، ما الهدف من وجود مكبّر القدرة؟



شكل (1): المخطّط الصندوقي لجهاز إرسال لا سلكي

مكبّرات الترانزستور:

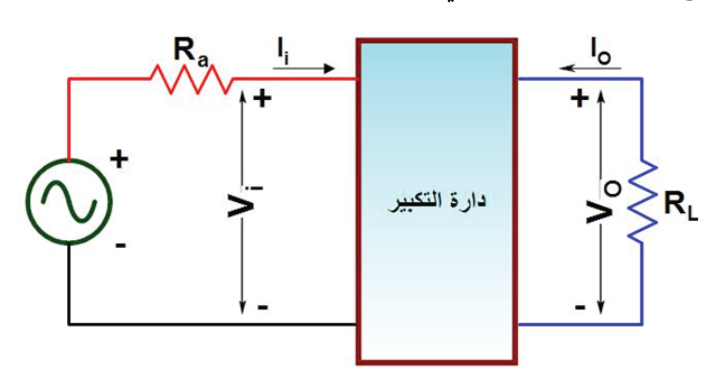
في كثير من التطبيقات وخاصة في دارات الاتصالات، فإن الإشارة التي تُستقبل تكون صغيرة جداً، ولا بد من تكبيرها أولاً ثم التعامل معها. فلذلك كان لا بد من إدخالها على دارة تكبير لتكبيرها، وأن أحد أهم تطبيقات الترانزستور هي استخدامه كمكبّر. حيث تُعَدّ دارات التكبير من الأجزاء الرئيسة، وتقوم بالوظائف الأساسيّة لكثير من الأجهزة الإلكترونيّة. وتنقسم دارات التكبير إلى دارات تكبير التردّد المنخفض ودارات التردّد العالي، وهي تصنّف أيضاً إلى دارات تكبير الإشارة الصغيرة ودارات تكبير الإشارة الكبيرة (دارات تكبير القدرة) تبعاً لسعة الإشارة، كما أن التكبير يعني الحصول على إشارة خرج ذات مقدار أكبر من إشارة الدخل، وتسمّى الدارة التي تقوم بذلك بدارة التكبير، ومن أهم أنواع المكبّرات والأكثر شيوعاً هي مكبّرات الترانزستور.

وحتى يعمل الترانزستور كمكبّر لا بد من تغذيته من مصدر مستمر، بحيث يكون انحياز الدخل أمامياً، وانحياز الخرج عكسياً.

ويتم حساب (الكسب) نسبة التكبير للجهد أو التيّار من القوانين الآتية:

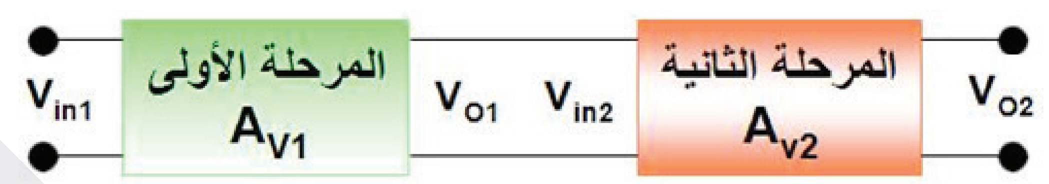
$$A_V = \frac{V_O}{V_i} \quad , \quad A_I = \frac{I_O}{I_i}$$

الشكل (2) المجاور يوضّح المخطّط الصندوقي لدارة التكبير.



شكل (2): المخطّط الصندوقي لدارة التكبير

وعند تكبير الإشارة ذات الجهد الصغير جداً (ميكروفولت) فإن مرحلة تكبير واحدة لا تكفي، ولذلك يتم التكبير في مراحل متعدِّدة ومتتالية للحصول على مقدار تكبير أعلى، والشكل (3) يوضّح مخطّطاً لدارة تكبير جهد ذي مرحلتين.



شكل (3) مخطّط دارة تكبير جهد ذي مرحلتين

ويمكن تصنيف المكبّرات بعدة طرق، فيمكن تصنيفها طبقاً لـ:

1- التردّد مثل دارات التردّد الصوتي، ودارات تكبير التردّد العالي.

2- سعة الإشارة المراد تكبيرها، فتنقسم إلى:
- دارات تكبير الإشارة الصغيرة.
- دارات تكبير الإشارة الكبيرة (القدرة).

3- نقطة التشغيل: نوع A، نوع B، نوع C.

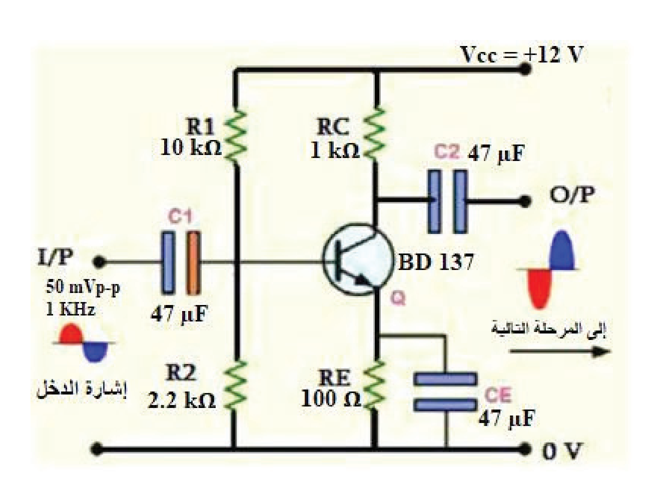
4- طريقة الربط (ربط بمقاومة ومكثّف، وربط مباشر، وربط بمحوّل).

طرق الربط بين مراحل التكبير:

1- طريقة الربط بمقاومة ومكثّف، وهي الأكثر استخداماً (RC Coupling).

مكبّر جهد إشارة صغيرة بمرحلتين:

الشكل (4) يوضّح الدارة الأساسيّة لمكبّر ربط (RC) (بمقاومة ومكثّف) مرحلة واحدة.



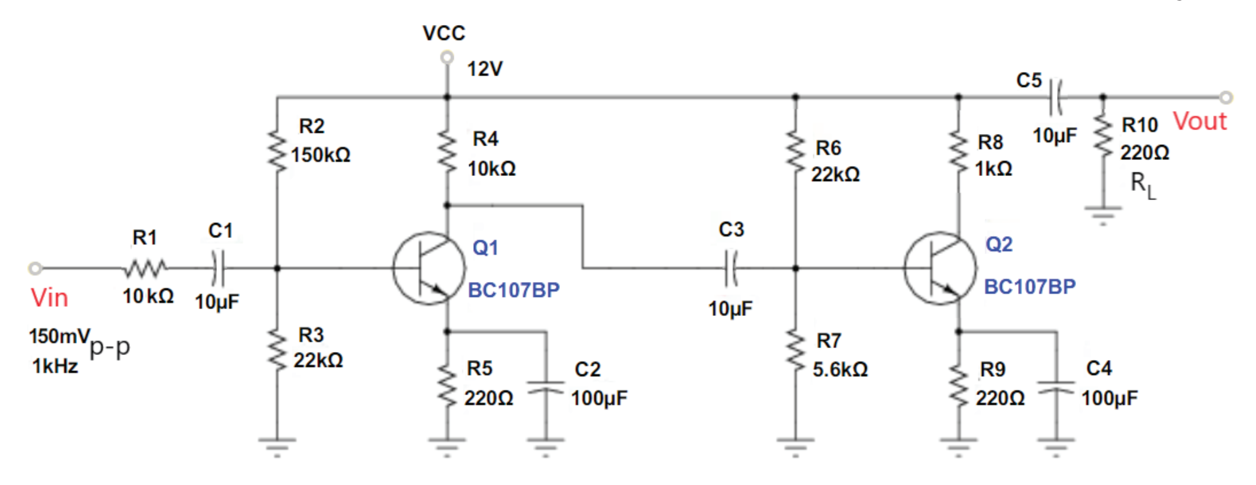
شكل (4): دارة التكبير باستخدام الترانزستور (مرحلة واحدة)

وإليك شرح عمل عناصر الدارة:

الترانزستور:	يعمل كمكبّر (توصيلة الباعث المشترك) فيعطي تكبيراً للجهد.
الانحياز المستخدم:	مقسم الجهد وهو الأكثر استخداماً، حيث تعمل المقاومتان، R_2 و R_1 كمقسم للجهد لتوفير الإنحياز لقاعدة الترانزستور، والمقاومة R_C توفر الانحياز للمجمع.
المقاومة R_E:	مقاومة الباعث تسمى مقاومة التوازن، وهذه المقاومة مهمة وتعمل على استقرار الإنحياز ضد تغير درجة الحرارة، ومن عيوبها أنها تقلل معامل التكبير.
المكثّف C_E:	مكثّف تمرير يزيد من كسب الجهد للإشارة المُتغيِّرة المطلوب تكبيرها، حيث يمرر الإشارة المُتغيِّرة على طرفي المقاومة R_E إلى الأرضيّ.
مكثّف الربط C_1C_2:	C_1: يربط بين مصدر إشارة الدخل ودارة المكبّر، حيث يسمح بمرور الإشارة المتردّدة المطلوب تكبيرها إلى دارة المكبّر ويمنع مرور تيّار الإنحياز المستمرّ من الدخول للمصدر والذي قد يسبب إتلافه.

C_2: مكثـف الربـط الرئيسـي الَّـذي يربـط بيـن هـذه المرحلـة والمرحلـة التاليـة، حيـث يسـمح بمـرور التيّـار المتـردّد للإشـارة المـراد تكبيرهـا إلـى المرحلة التاليـة ويمنـع جهـد الإنحيـاز المسـتمرّ حتى لا تؤثِّـر على جهـد انحيـاز المرحلـة التاليـة.

الشـكل (5) يوضّح دارة مكبّـر ترانزسـتوري مرحلتيـن باسـتخدام طريقـة ربـط R_C (مقاومـة ومكثّـف). عند اسـتخدام أكثـر مـن مرحلـة للتكبيـر يكـون معامـل التكبيـر الكلّـي مسـاوياً حاصـل ضـرب معامـلات تكبيـر المراحـل المنفـردة.



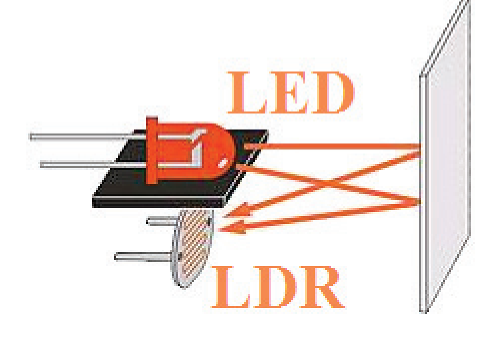
شكل (5): دارة مكبر ترانزستوري من مرحلتين وصلة باعث مشترك مع الربط بينهما بمكثف ومقاومة

2- طريقة الربط المباشر Direct Coupling.

3- طريقة الربط بمحوّل كهربائيّ Transformer Coupling.

6-3 الموقف التعليمي التّعلمي السادس:

تمييز العناصر الإلكترونيّة الضوئيّة وفحصها



وصف الموقف التعليمي التّعلمي: أحضر صاحب محل قطع إلكترونيّة مجموعة من العناصر الضوئيّة المختلفة إلى ورشة صيانة وطلب تصنيف العناصر الضوئيَّة حسب أنواعها.

العمل الكامل			
خطوات العمل	**الوصف**	**المنهجية**	**الموارد**
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من صاحب محل قطع إلكترونية عن: • عدد العناصر الضوئية المطلوب تصنيفها وفحصها. • أجمع البيانات عن: • العناصر الضوئية الأساسية، طرق فحصها وتطبيقاتها العملية.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، أدلة الشركة الصانعة لأنواع العناصر الضوئية ومواصفاتها الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بالعناصر الضوئية، مواصفاتها الفنية، طرق فحصها وتطبيقاتها).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (أنواع العناصر الضوئية وطرق فحصها). • أحدد خطوات العمل: • تحديد العدد والأدوات والوثائق التي تلزمهم في التنفيذ. • تصنيف العناصر الضوئية. • طريقة فحص أي عنصر ضوئي. • طريقة توصيل أي عنصر ضوئي في أي دارة إلكترونية. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (أدلة الشركة الصانعة لأنواع العناصر الضوئية ومواصفاتها الفنية).
أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • توزيع العناصر الضوئية. • توزيع العدد والأدوات المناسبة لعملية الفحص. • تصنيف العناصر الضوئية. • ضبط متغيرات ساعة القياس الرقمية لملاءمة الفحص المطلوب فحص العناصر الضوئية.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات: (ساعة رقمية DMM، مقاومة LDR، ثنائي LED، ثنائي ضوئي، ثنائي IR، ترانزستور ضوئي، وحدة العرض ذات الشرائح السبع، رابط ضوئي، أسلاك ملائمة). • الوثائق: كتالوجات العناصر الضوئية.

أتحقق	• أتحقق من: تحديد نوع العنصر الضوئي، طريقة فحص العنصر الضوئي.	• البحث العلمي.	• الوثائق: (المواصفات الفنية المزودة من الشركة الصانعة، البيانات المطبوعة على لوحة الجهاز المراد فحصه، كتالوجات العناصر الضوئية). • أجهزة ومعدات: ساعة الفحص DMM.
أوثق وأعرض	• أوثق: (جدول بأصناف العناصر الضوئية، تسجيل العناصر التالفة والصالحة بعد إجراء الفحص بالساعة الرقمية). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز العناصر الإلكترونية الضوئية وفحصها).	• التعلم التعاوني. • النقاش في مجموعات.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا صاحب محل القطع الإلكترونية وموافقته على تصنيف العناصر الضوئية بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة تصنيف العناصر الضوئية للمواصفات، والمعايير.	• البحث العلمي. • حوار ومناقشة.	• الوثائق: (مواصفات العناصر الضوئية من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

1. ابحث في مشغلك عن نظام إرسال واستقبال ضوئي، ثم قمْ بتحديد:
   - العناصر الضوئيَّة في النّظام.
   - وظيفة كل عنصر من العناصر الضوئيَّة في النّظام.

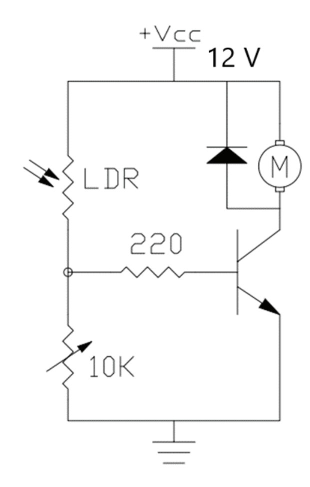
2. يحتاج صاحب محل إلى جهاز يبيِّن له عدد الزبائن الداخلين إلى المحل، بحيث:
   - يكون الجهاز مثبتاً على مدخل باب المحل من الداخل (تركيب مجس عند المدخل).
   - تركيب شاشة عرض يظهر فيها العدد مثبتة عند مكتب صاحب المحل.

قم ببناء دارة المجس التي سيتم وصل مخرجها إلى مدخل وحدة العد في الجهاز، ثم افحص عملها باستخدام جهاز راسم الإشارة.

نشاط



دارة تحكُّم بسرعة محرّك كهربائي عن طريق الضّوء



دارة تحكم بسرعة محرك كهربائي عن طريق الضوء.

1- قم ببناء الدارة المبينة في الشكل المجاور وتغذيتها بالفولتيَّة الملائمة (حسب جهد المحرّك المتوفّر لديك).

2- اضبط المقاومة المتغيّرة بحيث لا يعمل المحرّك عند الإضاءة الضعيفة (كإضاءة الغرفة أو منطقة الظلّ).

3- قرّب مصدراً ضوئياً من المقاومة الضوئيَّة بشكل تدريجيّ، وراقب التغيُّر في سرعة المحرّك في كل حالة. ثبّت ملاحظاتك في جدول كالآتي:

النتائج / الحالة	إضاءة ضعيفة	إضاءة متوسطة	إضاءة قوية
وصف سرعة المحرك			
فرق الجهد بين طرفي المقاومة الضوئية LDR			
فرق الجهد بين طرفي المقاومة المتغيرة			
فرق الجهد بين طرفي الترانزستور VCE			
فرق الجهد بين طرفي المصباح			

4- ما العلاقة بين سرعة المحرّك وشدَّة الضّوء السّاقط على المقاومة الضوئيَّة؟ علّل.

5- ما مجموع: (الجهد بين طرفي المحرّك + الجهد بين طرفي الترانزستور VCE) في كل حالة من الحالات الثلاث؟

6- قم بتعديل الدارة بحيث يعمل المحرّك في الظَّلام ويتوقَّف عن العمل عند سقوط الضّوء على المقاومة الضوئيَّة.

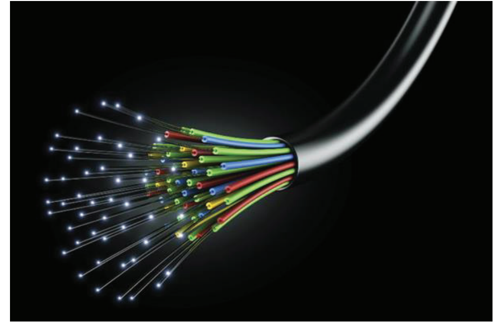
7- استبدل المقاومة المتغيّرة بعناصر ضوئيَّة أخرى (ثنائي ضوئي، ترانزستور ضوئي) ولاحظ عمل الدارة في حالتي الإضاءة والظلام.

أتعلَّم:



الإلكترونيّات الضوئيّة Optoelectronics:

نشاط (1) يوضّـح الشـكل (1) إحـدى أنـواع الكوابـل (الأليـاف البصريـة)، حيـث إن الأليـاف البصريـة لا يمـرّ خلالهـا تيّار كهربائيّ (إلكترونات) بل أنها تمرر ضوء (فوتونات).



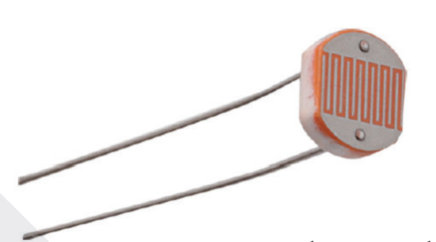
شكل (1): ليف بصري

تسـتخدم شـركة الاتصـالات الفلسـطينية الأليـاف البصرية لنقـل الإشـارات الهـاتفيـة بيـن المقـاسـم الهـاتفيـة...
كيف تنقل الألياف البصرية إشارات الهاتف الكهربائيّة؟

العناصـر الإلكتروضوئيّـة هـي عناصـر إلكترونيّـة تتفاعـل مـع الإشـعاعات الكهرومغناطيسـيّة سـواءً فـي نطـاق الضّـوء المرئـي (Visible) أو الأشـعَّة تحـت الحمـراء (Infrared) أو الأشـعَّة فـوق البنفسـجية (Ultraviolet). وتشـمل هـذه العناصـر فئتيْـن همـا: عناصـر مشـعَّة للضّـوء (مصـادر ضوئيّـة)، وعناصـر مسـتجيبة أو متأثرة بالضّـوء (مستشـعرات ضوئيَّـة) تتوقَّـف حالتهـا علـى شـدَّة الضّـوء السَّـاقط عليهـا. وإنَّ معظـم العناصـر الضوئيَّـة تُعَـدُّ مـن عناصـر أشـباه الموصـلات (وصلـة P-N)، وذلـك بالإضافـة إلـى تكوينـات ضوئيَّـة أخـرى.

المقاومة المعتمدة على الضوء (LDR)

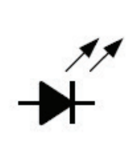
هـي عنصـر إلكتروني مكـوَّن مـن مـوادَّ معدنيَّة لهـا خاصيَّة التأثر بالضّـوء وتُعرف بالاختصار (LDR)، حيث تتغيَّر مقاومتها بتغيُّـر شـدَّة الضّـوء السـاقط عليهـا (تناسـب عكسـيّ). وهـذا النَّوع من العناصر الإلكترونيَّة رخيص الثمن سهل الاستخدام. ويوضّـح الشـكل (2) رمـز المقاومـة الضوئيّـة وشـكلها.



شكل (2): شكل مقاومة (LDR) ورمزها

الثنائيّ المشع (الباعث) للضوء (Light Emitting Diode - LED)

هـو عنصـر مـن عناصـر أشـباه الموصـلات مثـل الثنائـيّ العـادي يتركـب مـن وصلـة ثنائـي P-N، يعمـل فـي حـالـة الانـحيـاز الأمامـي حيـث يضـئ ويقـوم بتوصيـل التيّـار بعـد أن يتعـد الجهـد الأمامـي أي يقـوم بتحـويـل الطاقـة الكـهربائيّـة إلـى طاقـة ضوئيـة. الشـكل (3) يوضّـح شـكل ورمـز الثنائـيّ البـاعـث للضـوء.





شكل (3): شكل ثنائي LED ورمزه

أنواع الثنائيّات المشعة للضوء:

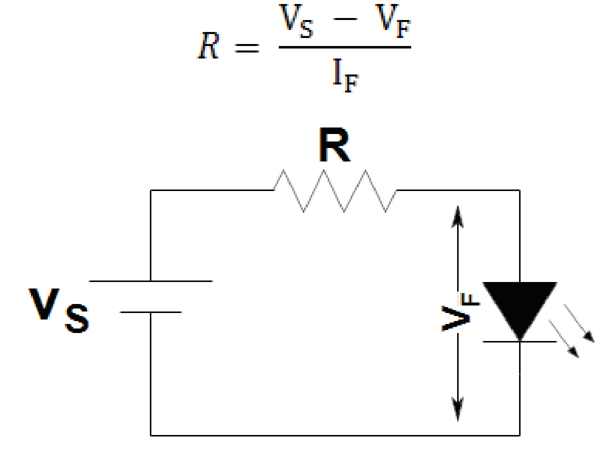
يمكن تقسيمها حسب الضوء المنبعث منها إلى:

أ- ثنائيات إشعاع الضوء المرئي (أصفر، أحمر، برتقالي...)

يصنع غطاء (LED) إما من البلاستيك أو الزجاج ويكون لونه إما أحمر أو أخضر أو أصفر أو برتقالياً. يختلف لون الضوء الذي يشعه كل من هذه الثنائيات باختلاف المادة شبه الموصلة التي يتم تصنيعه منها، فهناك الثنائيات الباعثة للضوء الأحمر أو الاخضر أو الأصفر أو غيرها من الألوان. وفي العادة يتم اختيار الغطاء البلاستيكي أو الزجاجي للثنائي الباعث للضوء بحيث يكون من نفس اللون وذلك من أجل تمييزه قبل استخدامه ومن أجل المزيد من تركيز اللون أيضاً.

وتتراوح قيمة جهد الانحياز الأمامي (V_F) بين 1.2V و3.2V حسب النوع، بينما تتراوح القيمة القصوى للجهد العكسي بين 3V و10V وهذه الجهود صغيرة. لذلك فهو سريع التلف إذا زاد الجهد الواقع عليه عن الحد المسموح به. ومن أجل حمايته من التلف، لا بد من توصيل مقاومة صغيرة (R) على التوالي معه لضمان عدم زيادة التيّار المارّ فيه عن الحد المسموح به كما في الشكل (4).
ويمكن حساب قيمة المقاومة (R) من العلاقة الآتية:

$$R = \frac{V_S - V_F}{I_F}$$



شكل (4): دارة الثنائيّ الباعث للضوء

ب- ثنائيات إشعاع الضوء غير المرئي (أشعة تحت حمراء INFRA-RED)

ثنائي إشعاع الموجات تحت الحمراء (IR LED) لا يظهر إشعاعه للعين البشرية، حيث نجد أن معظم أجهزة التحكم عن بعد تستخدم هذه الثنائيّات، ولكنها تلتقط (تكتشف) بحساسات في أجهزة الاستقبال.

ج- ثنائيات إشعاع الليزر: هي ثنائيات ذات تركيب خاص، يستخدم ثنائي الليزر في نظم الاتصالات الضوئيّة التي تحتاج إلى كمّيّة كبيرة من الطاقة الضوئيّة المرسلة، حيث إن تركيب الثنائيّ تظهر فيه مرآتان على كلّ من الوجه الأمامي والوجه الخلفي، وعند مرور تيّار أمامي في الثنائيّ، فإن سطح الوصلة يبعث ضوءاً يتم تقويته عن طريق الانعكاس من المرآتين، ويخرج مكوناً شعاع الليزر.

بعض استخدامات الثنائيّ الباعث للضّوء:

أ- تُستخدم الثنائيّات الباعثة للضّوء المرئي في:

1- مؤشّر حالة التشغيل في الأجهزة الكهربائيّة.

2- العديد من تطبيقات الإنارة الحديثة.

3- إشارات المرور الضوئيّة.

4- الشّاشات التي تعمل بتقنيّة LED.

5- لوحات الزّينة والإعلانات.

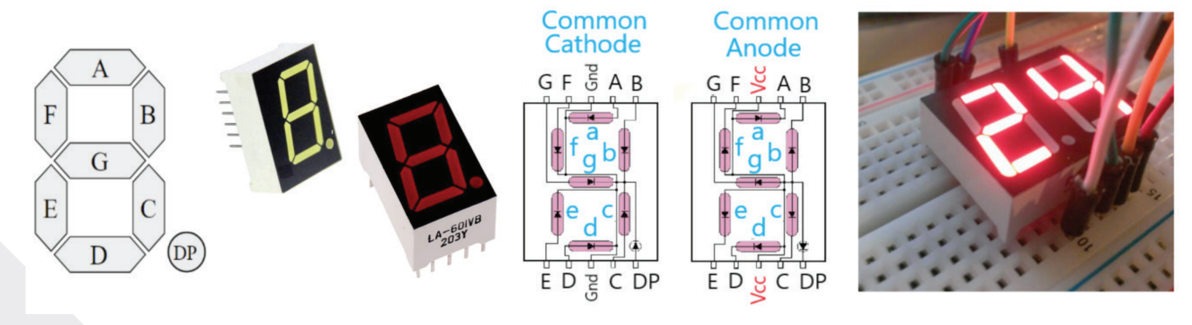
6- وحدة عرض الشّرائح السبع (Seven Segment Display)، شكل (5).

7- دارات الإرسال في اتصالات الألياف البصريّة.

ب- تُستخدم الثنائيّات الباعثة للأشعّة تحت الحمراء في:

1- جهاز الإرسال في أنظمة التحكُّم عن بعد (ريموت كنترول).

2- دارات الإرسال في اتصالات الألياف البصريّة.



شكل (5): وحدة العرض ذات الشرائح السبع

نشاط (2)

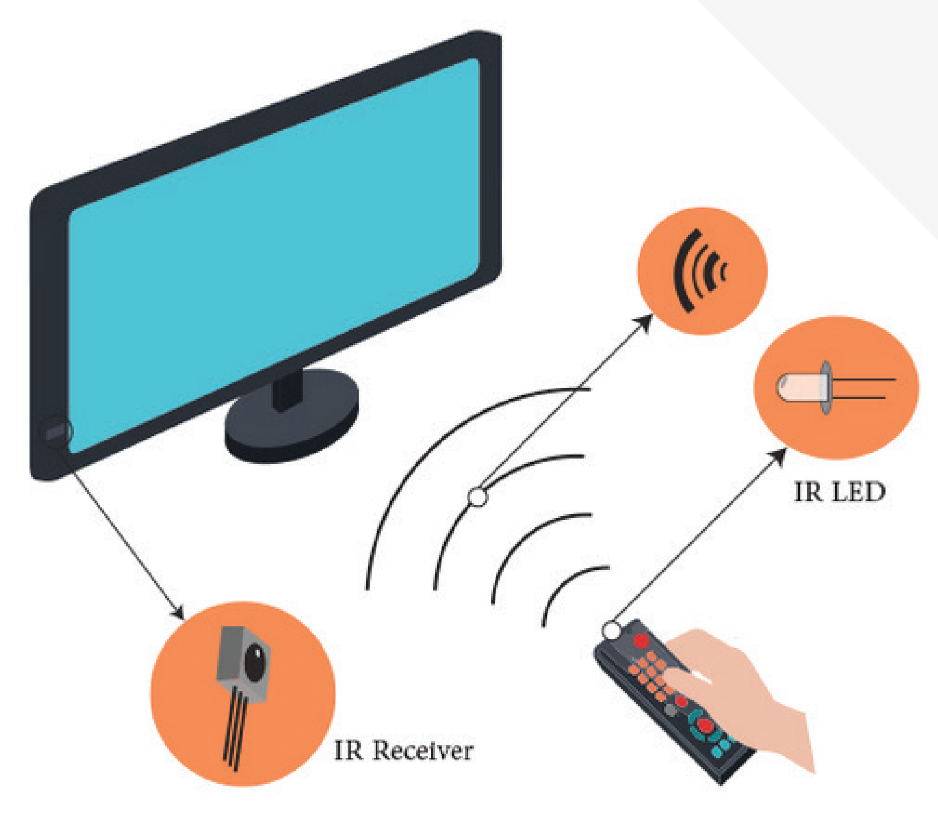


ما الهدف من وجود الثنائي (DP) في الشكل (5)؟

نشاط (3)



أوضح طريقةَ التواصُل بين جهاز التحكم عن بعد (Remote Control) وجهاز التلفاز الموضحة في شكل (6).



شكل (6): نشاط 3

الثنائيّ الضوئي (الثنائيّ المستقبل للضوء) (Photo Diode)

يتكون الثنائيّ الضوئي من وصلة (P-N) يصنع عادة من السيليكون، حيث تُشكل منطقة (P) من الأعلى فوق منطقة (N)، وتركيبه مناسب لاستقبال الضوء، حيث يحتوي على نافذة زجاجية أو عدسة لتسمح للضوء الساقط بالوصول إلى المنطقة الفعّالة للوصلة. وللثنائي طرفا توصيل هما المصعد (الأنود A) المتصل مع المنطقة (P) والمهبط (الكاثود K) المتصل بالمنطقة N.

يتأثر الثنائيّ الضوئي بالضّوء، حيث يسمح بمرور تيّار صغير إذا سُلّط عليه الضّوء في حالة الانحياز العكسي، ويزداد تيار التسرُّب العكسي كلما زادت شدَّة الإضاءة. وعندما تكون شدَّة الضّوء الساقط صفراً فإن تيَّار التسرُّب العكسي يكون ضئيلاً (أقلَّ ما يمكن) ويعتمد على حرارة البيئة فقط، ويسمَّى تيَّار الظلام. شكل (7) يوضّح شكل هذا النوع من الثنائيَّات ورمزه.

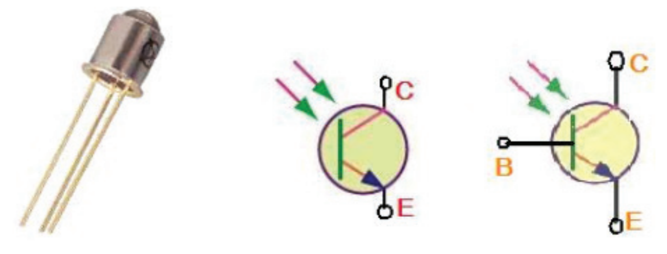


شكل (7): شكل الثنائيّ المستقبل للضوء ورمزه

ومن أهم تطبيقات الثنائيّ الضوئي:

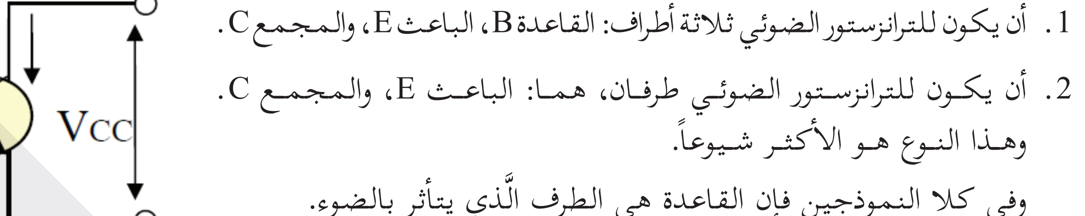
1. كاشف للضّوء (كحسّاس ضوئي في أجهزة الإنذار).
2. مستقبِل في أنظمة الألياف البصريَّة.
3. مستقبِل في أنظمة التحكُّم عن بعد (الريموت كنترول).
4. حسّاس ضوئي في أنظمة التحكُّم الصناعيَّة وخطوط الإنتاج.
5. دارات التحكُّم بالأبواب الإلكترونيَّة والمصاعد الكهربائيَّة.
6. وهناك أنواع من الثنائيَّات الضوئيَّة (تسمَّى الخلايا الضوئيَّة Photo Cells) تقوم بتحويل الضّوء إلى طاقة كهربائيَّة. ومن أهم أمثلتها الخلايا الشمسيَّة (Solar Cells) التي يكثر استعمالها في الأقمار الصناعيَّة وسفن الفضاء.

الترانزستور الضوئي (Photo Transistor)



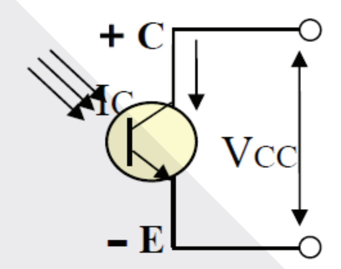
شكل (8): رمز الترانزستور الضوئي وشكله

الترانزستور الضوئي يشبه الترانزستور العادي في التركيب، حيث يتكون من وصلتين وثلاث مناطق من أشباه الموصلات (NPN)، والشكل (8) يوضّح الشكل، حيث أن الوصلة بين القاعدة والمجمع تكون أكبر وأكثر حساسية للضوء، وتركيب الترانزستور الضوئي مناسب لاستقبال الضوء، حيث يكون مجهزاً بنافذة موضوع عليها عدسة لتركيز الضوء على منطقة القاعدة. والشكل (8) يبيِّن رمز الترانزستور الضوئي، ويوجد نموذجان من الترانزستور الضوئي كالتالي:



1. أن يكون للترانزستور الضوئي ثلاثة أطراف: القاعدة B، الباعث E، والمجمع C.
2. أن يكون للترانزستور الضوئي طرفان، هما: الباعث E، والمجمع C. وهذا النوع هو الأكثر شيوعاً.

وفي كلا النموذجين فإن القاعدة هي الطرف الَّذي يتأثر بالضوء.

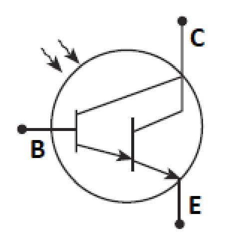


شكل (9): مبدأ عمل الترانزستور الضوئي

الشكل (9) يبيِّن أنه عند سقوط الضوء على وصلة (المجمع - القاعدة) الموصلة في انحياز عكسي سيتولد أزواج من الإلكترونات والفجوات بسبب الطاقة الضوئيّة الساقطة، ويزداد تيّار المجمع بزيادة شدّة الإضاءة.

والترانزستور الضوئي هو أكثر حساسية للضوء من الثنائيّ الضوئي، وذلك لوجود خاصية التكبير بعكس الثنائيّ. والترانزستورات الضوئيّة من عيوبها أنها أبطأ من الثنائيّات الضوئيّة في عمليّة القطع والوصل أي (سرعة القطع والوصل). وتستخدم في قارئ البطاقات ودارات التحكم.

زوج دارلينجتون الضوئي:



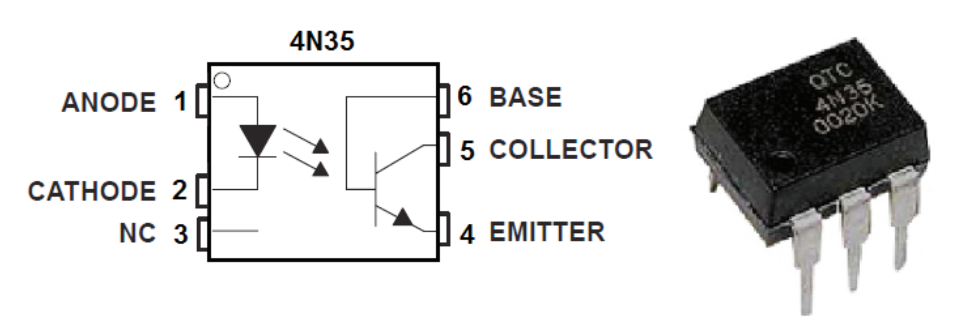
شكل (10): زوج دارلينجتون الضوئي

هو عبارة عن زوج من الترانزستورات الأول ترانزستور ضوئي والثاني ترانزستور عادي ثنائي القطبية متصلان على التوالي، بحيث يتصل باعث الترانزستور الأول بقاعدة الترانزستور الثاني ومجمع الترانزستور الأول بمجمع الترانزستور الثاني، كما يبين شكل (10). يمتاز زوج دارلنجتون الضوئي بكسبه العالي والذي هو عبارة عن حاصل ضرب كلاً من كسب الترانزستور الأول وكسب الترانزستور الثاني نتيجة إلى توصيل الترانزستورين على التوالي.

الرابطات الضوئيّة (Optical Couplers)

وتستخدم لنقل الإشارات ضوئيّاً من دارة إلى أخرى دون اتصال كهربائي، وخاصّة عندما يكون هناك فارق كبير في مستوى الجهد والتيّار بين الدارتين، وهذه الرابطات تكون بمثابة وسيلة أمان وحماية للعناصر الرقيقة في الدارات منخفضة القدرة. وأيضاً تعرف بإسم العوازل الضوئيّة (Opto-Isolators)، وهو المعنى الّذي تمّ استنتاجه من عمل هذه الرابطات كعازل لخواص إحدى الدارتين عن الأخرى.

ويتكون الرابط الضوئي من ثنائي باعث للضوء (LED) (غالباً أشعة تحت حمراء)، وعنصر حسّاس يتأثر بالضوء (غالباً ترانزستور ضوئي)، يتم وضعهما معاً في غلاف عازل للضوء، حيث تخرج منه أطرافهما للتوصيل الكهربائيّ. وربما تحتوي الأغلفة الخاصة بالرابطات الضوئيّة على عدد من أزواج الثنائيّ الباعث للضوء – والترانزستور الضوئي في غلاف واحد، حيث إن كلاً منها يعمل، ويشتغل منفصلاً عن الآخر. والشكل (11) يوضّح تركيب الرّابط الضّوئي.



شكل (11): إحدى نماذج الرابطات الضوئيّة

أســـئلة الوحـدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. **ما وظيفة الثنائيّات في دارات التقويم؟**

أ. توحيد اتجاه التيّار. ب. تحويل التيّار المستمرّ إلى متناوب. ج. تثبيت قيمة فولتية الخرج. د. تكبير التيّار.

2. **ما الهدف من وجود القنطرة في دارات التقويم؟**

أ. تحويل التيّار المستمرّ إلى تيّار متناوب. ب. تثبيت فولتية الحمل. ج. حماية الدارة من التيّارات الزائدة. د. توحيد اتجاه التيّار.

3. **فيمَ يستخدم ثنائي زينر؟**

أ. تثبيت فولتية الدخل. ب. تثبيت فولتية المحوّل. ج. تثبيت فولتية الخرج. د. تثبيت فولتية القنطرة.

4. **في دارات التغذية المستمرّة، ماذا يلي دارة التقويم مباشرة؟**

أ. منظم الجهد. ب. مقاومة الحمل. ج. مكثّف التنعيم. د. الملف الثانويّ للمحوّل.

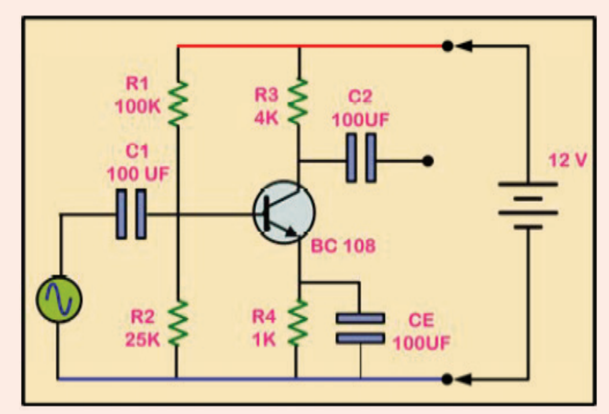
5. **علامَ يدلّ السهم الموجود على رمز الترانزستور؟**

أ. القاعدة. ب. المجمع. ج. الباعث. د. الترانزستور.

6. **كيف يوصل الثنائيّ المستقبل للضوء في الدارات الإلكترونيّة؟**

أ. انحياز أمامي وعكسي. ب. انحياز أمامي. ج. انحياز عكسي. د. لا شيء مما ذكر.

7. **يبين الشكل التالي دارة مكبّر باعث مشترك مرحلة واحدة:**



شكل (سؤال 1 - نقطة 7): دارة مكبّر باعث مشترك مرحلة واحدة

- ماذا يسمى المكثّف C_E؟

أ. مكثّف ربط ب. مكثّف تمرير ج. مكثّف توازن د. مكثّف انحياز

- ما نوع الانحياز المستخدم في الدارة؟

أ. ثابت ب. ذاتي ج. مقسم جهد د. لا يوجد إنحياز

8. **ما نوع المكبّر الَّذي نحتاجه لإرسال إشارة لا سلكيّة عن طريق الهوائي إلى مسافة بعيدة؟**

أ. مكبّر قدرة ب. مكبّر صنف (A) ج. مكبّر إشارة صغيرة د. مكبّر باعث مشترك مرحلة واحدة

السؤال الثاني:

اذكر ثلاثة استخدامات عمليّة للثنائيات.

اذكر بعض الاستخدامات العمليّة للترانزستور.

السؤال الثالث: ما الهدف من:

استخدام ثنائي زينر في دارات التغذية بالتيّار المستمر؟

استخدام الروابط الضوئيّة في الدارات الإلكترونيّة؟

السؤال الرابع: أعلّل الآتي:

1. يعدّ الثنائيّ المشع للضوء (LED) أكثر كفاءة من المصباح العادي عند استعماله كمؤشر ضوئي في الدارات الإلكترونيّة.
2. كثيراً ما يعدّ استخدام قنطرة على شكل رقاقة جاهزة في دارات تقويم الموجة الكاملة أفضل من استخدام قنطرة على شكل أربعة ثنائيات منفردة. (هل هناك ميزة لاستخدام الثنائيات المنفردة؟)
3. عند بناء دارات التغذية المستمرّة، يستخدم محوّل خافض للجهد في بداية الدارة، وليس محوّلاً رافعاً للجهد.
4. تمتاز بعض الترانزستورات بأنَّ لها جسماً معدنيّاً.
5. استخدام مقاومة ثابتة على التوالي مع الثنائيّ الباعث للضوء (LED).

السؤال الخامس:

أقارن بين الأنواع المختلفة من دارات التقويم التي درستها، مبيّناً مزايا كلّ طريقة وعيوبها.

السؤال السادس:

كم تبلغ قيمة جهد التنظيم لمنظمي جهد يحملان الرقميّن (7809) و(7912)؟

المشروع:

عمل جهاز بسيط للتحكم عن بعد، وذلك ببناء دارة إرسال واستقبال بسيطة بالأشعة تحت الحمراء مع مرحّل (لإضاءة مصباح 220 فولت بالتحكم عن بعد).

الوحدة الرابعة

بناء الدارات الإلكترونيّة الرقميّة البسيطة وصيانتها.



الثورة الرقميّة دخلت كلّ بيت، وتناولت في تأثيرها معظم البشر.

الوحدة الرابعة: بناء الدارات الإلكترونيّة الرقميّة البسيطة وصيانتها

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة في بناء الدارات الإلكترونيّة الرقميّة البسيطة لحل مشكلات حياتية عمليّة، وذلك من خلال الآتي:

1. تمييز البوّابات المنطقيّة وفحصها.
2. تمييز النطّاطات وفحصها.
3. بناء مسجّلات الإزاحة وتشغيلها.
4. بناء العدّادات الثنائيّة وتشغيلها.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها هي:

أولاً: الكفايات الاحترافية

- توظيف البيانات عن البوّابات والنطّاطات المنطقيّة ورقاقاتها الرقميّة وفحصها وتركيبها في الدارات.
- القدرة على تمييز البوّابات المنطقيّة الأساسيّة والمشتقة، وتعرّف جدول قيم الصواب لكل منها.
- القدرة على فحص الرقاقات المنطقيّة للبوّابات المختلفة وتغذيتها وتركيبها في الدارات المنطقيّة.
- القدرة على تمييز النطّاطات (Flip Flops) المختلفة، وتعرف جداول قيم صوابها.
- القدرة على فحص الرقاقات المنطقيّة للنطاطات المختلفة، وتغذيتها وتركيبها في الدارات المنطقيّة.
- القدرة على بناء نطّاطات نوع (D) ونوع (T) من خلال النطّاط (JK).
- القدرة على استخدام النطّاطات المختلفة في بناء دارات مسجّلات الإزاحة، والعدّادات الثنائيّة والمرمزة عشرياً (BCD)، وتشغيلها.
- بناء دارات مسجّلات الإزاحة والعدّادات المختلفة، وتوظيفها في حل مشكلات حياتية عمليّة.

ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصيّة

- المصداقيّة في التعامل مع الزبون.
- المحافظة على خصوصية الزبون.
- القدرة على تلبية رغبات الزبون وحاجاتهم.
- القدرة على إقناع الزبون.
- القدرة على استيعاب الزبون ورأيه.
- تطوير المهارات العمليّة الذاتية.
- الالتزام بمعايير الأمن والسلامة.
- تتبع الخيارات والحلول المختلفة للمشكلات.
- روح العمل ضمن فريق.
- التعامل بشكل مهني سليم وبنّاء مع مسؤول الورشة ومع الزبائن.
- الاستشارة المهنيّة عند اللزوم.
- الالتزام بالمواعيد.

ثالثاً- الكفايات المنهجيّة

- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني.
- العمل التعاوني.
- البحث العلمي.



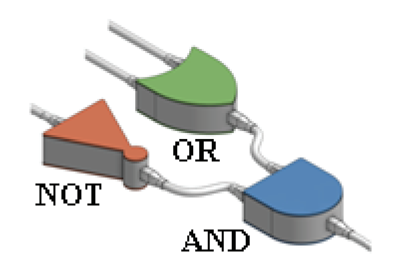
قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- الضبط الخاطئ أو عدم اختيار المدى المناسب لجهاز القياس يُعطي نتائج مضللة.
- تناول العناصر الإلكترونيّة برفق، وبعد تعرفك على مواصفاتها عاود تخزينها مرة أخرى مع المحافظة عليها من التلف.
- مع أجهزة القياس الرقميّة دائماً اختبر مجسي جهاز القياس بعمل قصر بينهما مع وضع مفتاح الاختيار على وضع الأوم.
- العمل على منضدة جافة، وأن تكون يدك جافة، ولا تقف على أرض مبللة عند عمل قياس أو اختبارات على دارة مطبق عليها جهد.
- فصل القدرة الكهربائيّة (Turn off) عن الدارة عند تركيب عنصر من الدارة أو فصله.
- عند استبدال عنصر تالف بعنصر آخر سليم يجب أن يكون للعنصر السليم نفس المواصفات الفنّيّة ومدى التحمل للعنصر التالف.
- عند استخدام الساعة الرقميّة وتجاوز المدى لمفتاح الاختيار، تظهر على الشاشة كتابة (OL) أو (I) أو إشارة ومضية، وفي هذه الحالة يجب زيادة المدى (أي رفع المدى إلى قيمة أعلى).
- القطبيّة المعكوسة تظهر على الشاشة إشارة (-)، أو تسبِّب وميضاً بكتابة (POL)، وفي هذه الحالة يجب عكس أطراف المجسّات.
- استخدام المكثّفات المناسبة لدارات التيّار المتناوب، والانتباه إلى عدم استخدام المكثّفات الإلكتروليتية القطبيّة في غير موضعها حسب المخطّطات التمثيلية للدارات بشكل عام.
- الحصول على الإشارات المتناوبة من جهاز مولّد الإشارة ذي فولتية مناسبة وتردّد مناسب.
- التوصيل الصحيح لأطراف الرقاقات وخاصة مع طرف التغذية وطرف الأرضيّ تجنباً لاحتراقها.
- التقيد بلباس التدريب داخل المشغل أو الورشة، والالتزام بمتطلبات السلامة الأخرى، مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات المناسبة لحماية اليدين أثناء العمل.
- التقيد باستخدام العِدَد والأدوات حسب اختصاصها وعدم استخدام أداة خاصة لعمل معين في عمل مغاير.
- التوصيل الصحيح لأطراف الرقاقات، وخاصة مع طرف التغذية وطرف الأرضيّ تجنباً لاحتراقها.
- الحذر في نقل الأدوات والعِدَد أو مناولتها لزملائك وناولها يداً بيد.
- تجنُّبْ المزاح في المشغل أو الورشة وأثناء التدريب؛ حتى تحمي نفسك وزملاءك من الخطر.
- عند الانتهاء من العمل الحرص على تنظيم وترتيب العِدَد والأدوات بشكل منظم ومرتب وفي أماكنها الخاصة.
- التأكّد من أن جهد مصدر الطاقة يناسب جهد تشغيل أجهزة القياس.
- المداومة على المحافظة على نظافة المشغل أو الورشة.

1-4 الموقف التعليمي التعلمي الأول:

تمييز البوّابات المنطقيّة (Logic Gates) وفحصها



وصف الموقف التعليمي التعلمي: في ورشة صيانة أجهزة الاتصالات تمّ إحضار مجموعة من الرقاقات الرقميّة الخاصة بالبوّابات المنطقيّة من المستودع، وطلب إليك مسؤول الورشة ترتيب الرقاقات في جوارير خاصة مع كتابة رقم كلّ نوع من الرقاقات ووظيفتها على الجارور الخاص بها، مرفقاً بالرمز الفني للبوابة المنطقيّة التي تحتوي عليها الرقاقة، واستبعاد التالف منها.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • أرقام مجموعة الرقاقات الموجودة. • طرقة الفرز المطلوبة. • أجمع البيانات عن: • البوّابات المنطقيّة وعملها ورموزها الفنيّة. • الرقاقات المنطقيّة وظائفها ومخطّطاتها الداخلية. • تغذية الرقاقات وتشغيلها وفحص عملها.	• العمل في مجموعات • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: طلب الزبون، مخطّطات الأجزاء الداخلية للرقاقات وتوصيلات أطرافها الخارجية ومواصفاتها الفنية. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (البوابات، الرموز الفنية، جداول الصواب، الرقاقات، التغذية، التشغيل). • تحديد خطوات العمل: • إعداد مخطّطات تغذية الرقاقات وتوصيلها. • اختيار العمل على لوحة فيبر أو لوحة تعليميّة. • قيمة جهد التغذية للرقاقة وجهود تغذية المداخل • اختيار مصدر التغذية (بطارية، جهاز تغذية، ...). • تحديد طريقة تزويد المداخل بـ 0، 1 • تحديد مبين إشارة للمخرج.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، مخطّطات الأطراف والأجزاء الداخلية، الأرقام على الرقاقات، المواصفات الفنية وقيمة التيّار لثنائي LED، تعليمات تركيب الرقاقات وفكها بحيث تبقى أطرافها سليمة. • التكنولوجيا: الإنترنت.

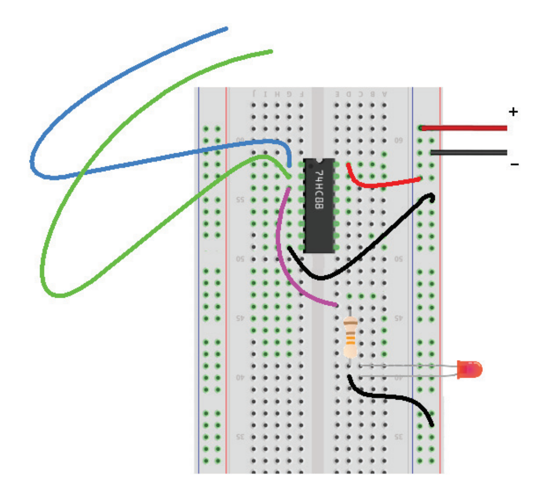
أُنفِّذ	• تركيب إحدى الرقاقات وتغذيتها وتأريضها. • التوصيل الصحيح لأطراف الرقاقات وخاصة طرفي التغذية والأرضيّ تجنباً لاحتراقها. • تركيب الرقاقات وفكها بشكل سليم وبالأدوات المخصصة لذلك للمحافظة على سلامة أطرافها • توصيل مداخل إحدى البوّابات في الرقاقة بالمفاتيح لتزويدها بالقيم 1، 0. • توصيل مخرج البوابة بدارة ثنائي (LED) لاستخدامه كمبين للإشارة. • تغيير حالة المداخل ومراقبة المخرج. • استنتاج جدول قيم الصواب للبوابة المنطقية. • تكرار العمل للرقاقات الأخرى وبواباتها. • فرز الرقاقات التالفة وتعليمها.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: (القطع الإلكترونيّة المطلوبة: رقاقات، مقاومات، LEDs). • لوحات تجميع العناصر. • اللوحات التعليميّة Kit للبوابات. • أجهزة التغذية • أسلاك توصيل مناسبة وأدوات لتنفيذ التوصيلات الكهربائيّة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أَتَحقَّق	• تتبع تغذية الرقاقات وتأريضها. • التحقّق من توصيلات المداخل وجهودها وثنائي (LED) ومقاومة التوالي معه لتحديد تياره. • استيفاء الحالات المختلفة للمداخل. • استيفاء الرقاقات المختلفة وبواباتها.	• البحث العلمي.	• الوثائق: مخطّطات الأطراف، الأدلة، البيانات على الرقاقات، جداول قيم الصواب. • أجهزة ومعدات: DMM • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدّم	• أوثِّق وظائف الرقاقات ومخطّطاتها. • رسم رموز البوّابات المختلفة. • أوثق النتائج على شكل جداول صواب للبوابات. • ترقيم الرقاقات وإعداد قائمة تبيِّن وظائفها وحالتها (صالحة أو تالفة). • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز البوابات وفحصها).	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.

أقوّم	• تقييم إجراءات السلامة وخاصة حماية أطراف الرقاقات عند الفك والتركيب. • رضا الزبون (أمين المستودع) عن النتائج. • مطابقة النتائج لجداول قيم الصواب.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: جداول قيم صواب البوابات، إرشادات الفك والتركيب، المواصفات الفنيّة للرقاقات. • التكنولوجيا: الإنترنت.



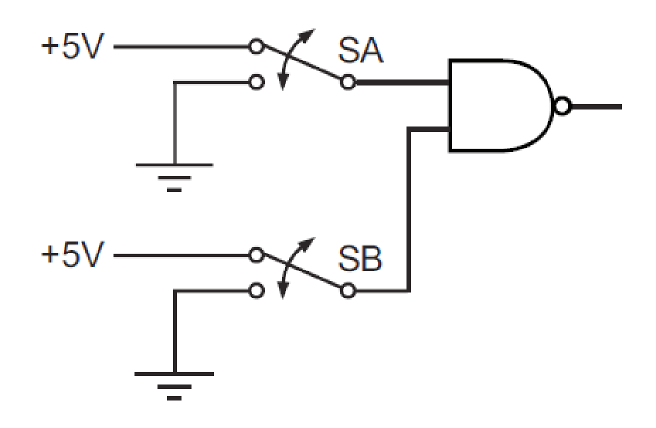
الأسئلة:

1. ما ميزة **تركيب الرقاقة** بهذا الوضع (شكل 1)؟ حدِّد مصعد الثنائيّ الباعث للضوء ومهبطه.



(شكل 1): حدِّد مصعد الثنائيّ LED

2. يبين الشكل المجاور (شكل 2) دارة تغذية مداخل بوابة منطقية (ذات مدخلين)، وهي الدارة التي تستخدم لربط مداخل البوابة المنطقيّة بالمفاتيح من أجل تزويدها بالقيم المنطقيّة (1 و0). اعمل جدولاً يبيِّن قيم جهود المخرج بالفولت عند الحالات المختلفة للمفتاحين (تلميح: هناك 4 حالات مختلفة للمفتاحين).



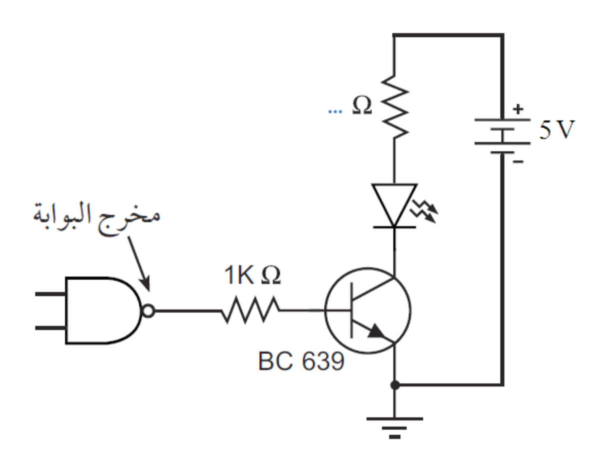
شكل (2): دارة تغذية مدخلي بوابة بالقيم المنطقية

3. دارة الكشف عن حالة المخرج:

يبيِّن الشكل (3) دارة تشغيل ثنائي باعث للضوء (LED) للكشف عن حالة مخرج البوابة المنطقيّة. هل يمكنك حساب قيمة المقاومة التي يتم من خلالها تمرير التيّار إلى الثنائيّ الباعث للضوء، علماً أن التيّار المناسب لتشغيل هذا الثنائيّ هو بحدود 20 mA؟

قيم المقاومات المتوفرة لديك التي يمكنك الاختيار من بينها هي:

$(R = 10\ \Omega, 120\ \Omega, 2\ K\ \Omega, 33K\ \Omega)$



شكل (3): دارة مخرج بوابة منطقية مع LED كمبين للإشارة

تلميح: فرق الجهد بين طرفي الثنائيّ الباعث للضوء (LED) في حالة الانحياز الأمامي حوالي 2.5 فولت، وفرق الجهد بين طرفي الترانزستور في حالة التوصيل هو $(V_{CE} = 0.2\ volt)$.

4. أي مجموعات المفاتيح (شكل 4) يناظر عملها عمل بوابة (AND)، (OR)؟



أتعلَّم:

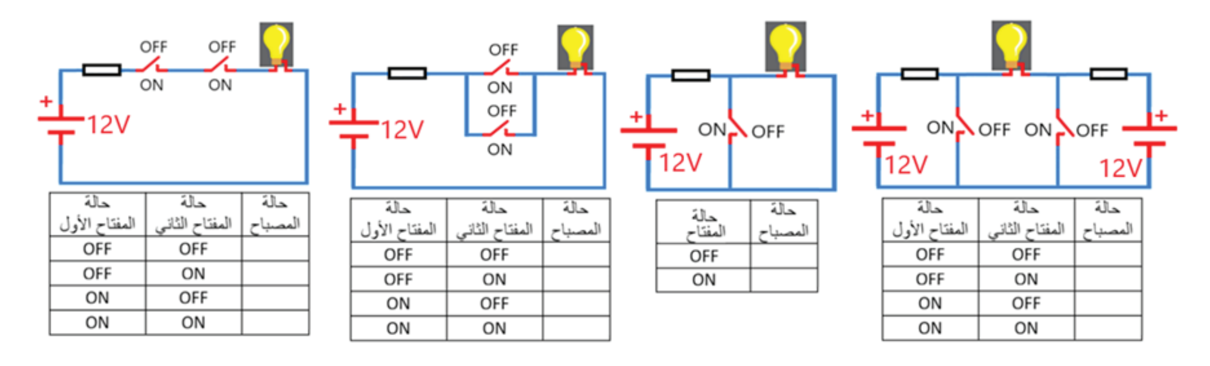
1) البوّابات المنطقيّة (Logic Gates)

نشاط (1) تتبع كلاً من الدارات الكهربائيّة البسيطة التالية (شكل 4) ثم:

1- قم بتعبئة الجدول الذي يعبر عن كل دارة مستخدماً كلمة ON للتعبير عن حالة المصباح المضاء، وكلمة OFF للتعبير عن حالة المصباح المطفأ.

2- أعد كتابة الجداول مستبدلاً كلمة ON بالواحد المنطقي (1) وكلمة OFF بالصفر المنطقي (0).

3- ما البوابة المنطقية التي تمثلها كل دارة من دارات المفاتيح الكهربائية الواردة في الشكل؟



حالة المفتاح الأول	حالة المفتاح الثاني	حالة المصباح
OFF	OFF	
OFF	ON	
ON	OFF	
ON	ON	

حالة المفتاح	حالة المصباح
OFF	
ON	

حالة المفتاح الأول	حالة المفتاح الثاني	حالة المصباح
OFF	OFF	
OFF	ON	
ON	OFF	
ON	ON	

حالة المفتاح الأول	حالة المفتاح الثاني	حالة المصباح
OFF	OFF	
OFF	ON	
ON	OFF	
ON	ON	

شكل (4): تمثيل عدد من البوابات المنطقية باستخدام المفاتيح الكهربائية

القيم المنطقيّة (0، 1):

في عالم الدارات والأنظمة الرقميّة تعبر القيمة المنطقيّة (0) عن وجود فولتية منخفضة (وهي صفر فولت في الغالب) بينما تشير القيمة المنطقيّة (1) إلى وجود فولتية عالية [5 فولت في دارات (TTL)، و3-18 فولت في دارات (CMOS)].

2) البوّابات المنطقيّة (Logic Gates):

البوابة المنطقيّة هي دارة إلكترونيّة تعتمد الحالة المنطقيّة لمخرجها (0 أو 1) على الحالة المنطقيّة لمداخلها، وذلك حسب جدول محدّد يسمى جدول قيم الصواب لتلك البوابة، ويختلف جدول قيم الصواب من بوابة لأخرى.

هناك 8 بوابات منطقية قياسية، أربع منها أساسيّة (وهي: Buffer، NOT، AND، OR) وأربع منها مشتقة (وهي: NAND، NOR، XOR، XNOR).

ويبيِّن الجدولاًن التاليان قيم الصواب والرموز الفنيّة للبوابات المنطقيّة (الأساسيّة) و(المشتقة):

جدول (1): جدول قيم الصواب والرموز الفنيّة للبوابات المنطقيّة (الأساسيّة):

اسم البوابة	رمزها الفني بالنظامين الأمريكي والبريطاني		جدول قيم الصواب
بوابة المصد (المساواة): **Buffer**	A F	A 1 F	Input: A ، Output: F 0 → 0 1 → 1
بوابة النفي (لا): **NOT**	A F	A 1 F	Input: A ، Output: F 0 → 1 1 → 0
بوابة (و): **AND**	A B F	A B & F	Input: A B ، Output: F 0 0 → 0 0 1 → 0 1 0 → 0 1 1 → 1
بوابة (أو): **OR**	A B F	A B ≥1 F	Input: A B ، Output: F 0 0 → 0 0 1 → 1 1 0 → 1 1 1 → 1

جدول (2): جدول قيم الصواب والرموز الفنيّة للبوابات المنطقيّة (المشتقة):

<table>
<tr><th>اسم البوابة</th><th colspan="2">رمزها الفني بالنظامين الأمريكي والبريطاني</th><th>جدول قيم الصواب</th></tr>
<tr><td>بوابة (لا/و): NAND</td><td>A B F</td><td>A B & F</td><td><table><tr><th colspan="2">Input</th><th>Output</th></tr><tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>بوابة (لا/أو): NOR</td><td>A B F</td><td>A B ≥1 F</td><td><table><tr><th colspan="2">Input</th><th>Output</th></tr><tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>بوابة (استثناء/أو): XOR</td><td>A B F</td><td>A B =1 F</td><td><table><tr><th colspan="2">Input</th><th>Output</th></tr><tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>بوابة (نفي استثناء/أو): XNOR</td><td>A B F</td><td>A B =1 F</td><td><table><tr><th colspan="2">Input</th><th>Output</th></tr><tr><td>A</td><td>B</td><td>F</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table></td></tr>
</table>

3) بناء البوّابات المنطقيّة:

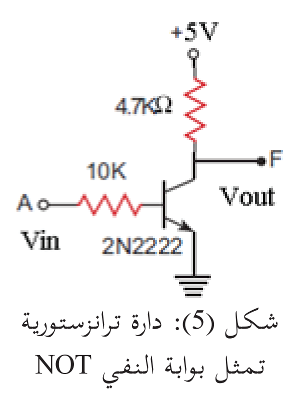
انظر إلى الدارة الترانزستوريّة (شكل 5) وأجب عن السؤالين التاليين:

ما فولتية الخرج Vout عندما تكون فولتية الدخل عالية Vin = 5 V؟

عندما تكون فولتية الدخل منخفضة Vin = 0 V فكم تكون Vout؟

هل يمكنك تمثيل ذلك منطقياً على شكل جدول قيم صواب لهذه الدارة؟

هل لاحظت أن هذه الدارة تعمل عمل بوابة نفي NOT؟



شكل (5): دارة ترانزستورية تمثل بوابة النفي NOT

وبالمثل يمكننا تمثيل البوّابات المنطقيّة الأخرى من خلال دارات ترانزستورية أو دارات ثنائيات ((Diode) كما في الجدول التالي (جدول 3):

جدول (3): تمثيل بوابتي AND وOR باستخدام الترانزستورات وباستخدام الثنائيّات.

البوابة المنطقيّة	التمثيل الترانزستوريّ	التمثيل بالدايودات
بوابة (و) AND	+5 V, A, 10K, 2N2222, B, 10K, 2N2222, F, 4.7KΩ	+5V, 4.7KΩ, A, B, F
بوابة (أو) OR	+5 V, A, 10K, B, 10K, F, 4.7KΩ	A, B, F, 470 Ω

4) الرقاقات المتكاملة للبوابات المنطقيّة (Logical ICs):

من الناحية العمليّة يتم تصنيع البوّابات المنطقيّة في رقاقات متكاملة (Integrated Circuits) تحتوي كلّ منها على عدة بوابات منطقية من نفس النوع. وتوجد عدة عائلات من الرقاقات الرقميّة (تبعاً لتكنولوجيا التصنيع والمواصفات الفنّيّة لكل عائلة). ومن أشهرها عائلة الرقاقات الرقميّة نوع TTL (Transistor-Transistor Logic) وعائلة الرقاقات الرقميّة نوع CMOS (Complementary Metal Oxide Semi-conductor).

ويبيِّن الجدول التالي عدداً من الرقاقات الرقميّة (نوع TTL)، إضافة إلى مخطّط الأطراف لكل من هذه الرقاقات:

جدول (4): رقاقات البوّابات المنطقيّة - تقنية TTL

رقم الرقاقة	محتوياتها (وظيفتها)	مخطّط أطراف الرقاقة
7404	6 بوابات NOT	VCC 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 GND
7408	4 بوابات AND ذات مدخلين	VCC 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 GND
7432	4 بوابات OR ذات مدخلين	VCC 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 GND
7400	4 بوابات NAND ذات مدخلين	VCC 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 GND
7402	4 بوابات NOR ذات مدخلين	VCC 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 GND
7486	4 بوابات XOR ذات مدخلين	VCC 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 GND

5) يبين الجدول التالي أرقام عدد من رقاقات البوّابات المنطقيّة نوع (CMOS) ووظائفها:

جدول (5): مجموعة من رقاقات البوّابات المنطقيّة - تقنية CMOS

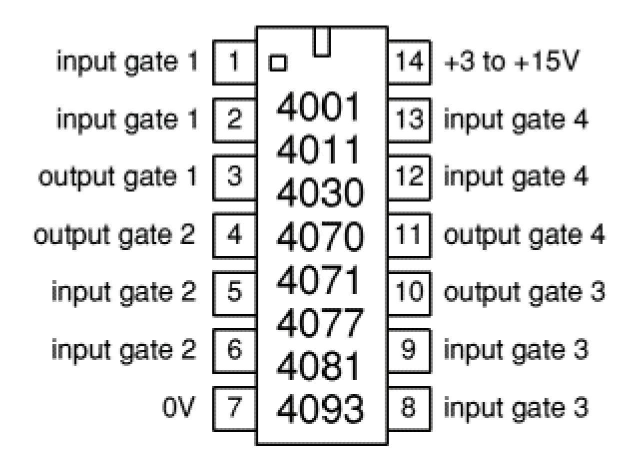
رقم الرقاقة	محتوياتها (وظيفتها)	رقم الرقاقة	محتوياتها (وظيفتها)
4081	4 بوابات (AND) ذات مدخلين	4011	4 بوابات (NAND) ذات مدخلين
4071	4 بوابات (OR) ذات مدخلين	4001	4 بوابات (NOR) ذات مدخلين
4070	4 بوابات (XOR) ذات مدخلين	4007	6 بوابات (NOT)



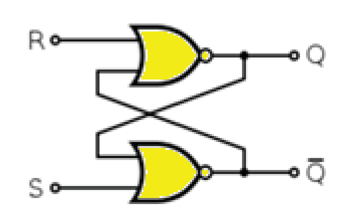
نشاط (2) يبيِّن الشكل المرفق (شكل 6) مخطّط الأطراف لسلسلة من الرقاقات المنطقيّة:

أ- حدد نوع هذه السلسلة من الرقاقات (TTL أو CMOS).

ب- ما أهم الفروق بين هذه الرقاقات ونظيراتها من الرقاقات الواردة في (جدول 4).



شكل (6): مخطط الأطراف لسلسلة الرقاقات المنطقية 40XX



2-4 الموقف التعليمي التعلمي الثاني:

تمييز النطّاطات (Flip-Flops) وفحصها وتركيبها

وصف الموقف التعليمي التعلمي: زبون لديه جهاز راوتر يعمل بمفتاح تشغيل عادي (ON-OFF)، طلب منك تركيب زر انضغاطي لتشغيل الجهاز وإطفائه، بحيث يتم تشغيل الجهاز عند ضغط الزر أول مرة، ويتمّ إطفاؤه عند ضغط الزر مرة أخرى، وهكذا. لديك الزر الانضغاطي ورقاقة نطّاطات (نوع D)، بالإضافة إلى مرحّل مناسب لتمكينك من بناء الدارة البسيطة الخاصة بالتشغيل والإطفاء لجهاز الراوتر وتركيبها.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • المفتاح المطلوب تركيبه (تلامس دائم أو لحظي). • جهد التغذية للراوتر. • أجمع البيانات عن: • أنواع النطّاطات وعملها ورموزها الفنّيّة. • رقاقات النطّاطات ومخطّطاتها الداخلية.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطّيّ للزبون، مخطّطات الأجزاء الداخلية وتوصيلات الأطراف. • التكنولوجيا: مواقع إلكترونيّة على الشبكة.
أُخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات (أنواع النطاطات، جدول صواب كل نطاط، مخططات الرقاقات). • اختيار لوحة تثبيت أو لوحة تعليميّة. • تحديد مصدر التغذية وقيمة جهد التغذية للرقاقة وجهود تغذية المداخل. • تحديد طريقة تزويد المداخل بـ 0، 1 • تحديد مبينات إشارة للمخارج. • اختبار عمل النطاطات المختلفة. • تخطيط دارة مفتاح يستخدم نطاط (D). • رسم المخطّط الصندوقي ثم المخطط التمثيلي لمفتاح يستخدم نطاط (D).	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، مخطّطات أطراف الرقاقات وأجزائها الداخلية، الأرقام الظاهرة على أجسام الرقاقات، أدلة الشركات الصانعة. • التكنولوجيا: مواقع على شبكة الإنترنت حول النطاطات وجداول صوابها وتطبيقاتها.

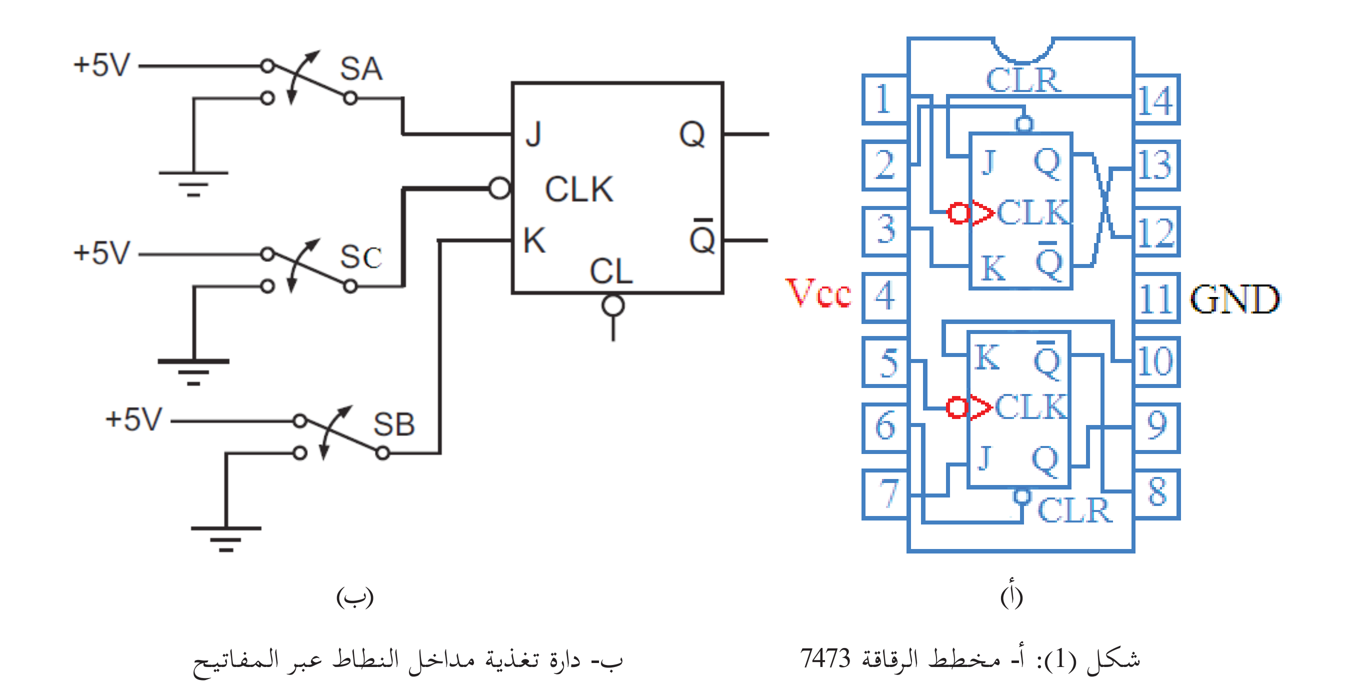
أُنفِّذ	• تركيب رقاقة النطّاط (JK) على لوحة تثبيت العناصر، أو على الـ (KIT). • تغذية الرقاقة وتوصيل مداخل أحد نطاطيها بالمفاتيح لتزويدها بـ 1، 0 • توصيل مخرجي النطّاط بدارتي (LED) لاستخدامهما كمبينات للإشارة. • توصيل مدخل نبضات الساعة (CLK). • تغيير حالة المداخل ومراقبة المخارج واستنتاج دور مدخل نبضات الساعة. • تتبع حالات المداخل في جداول الصواب. • توصيل نطاط (JK) كنطاط (T) وفحصه. • توصيل نطاط (JK) كنطاط (D) وفحصه. • تكرار العمل لرقاقة نطاطات (D). • بناء دارة مفتاح نطاط (D) وتشغيلها ثم تركيبها لجهاز الزبون.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: القطع الإلكترونيّة (رقاقات، مقاومات، LEDs ...)، لوحة تجميع العناصر أو اللوحة التعليميّة Kit، جهاز التغذية أو دارة منظم وبطارية أو محول وملحقاته، أسلاك توصيل مناسبة، لوحة فيبر صغيرة وأدوات لحام، مفتاح الزر الانضغاطي، وسيلة اللصق أو التثبيت. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أَتَحَقَّق	• التحقق من تغذية الرقاقة وتأريضها. • التحقّق من توصيلات المداخل وجهودها. • التحقّق من توصيل ثنائيي (LED) مع مقاومتين مناسبتين على التوالي لتحديد التيارات. • استيفاء حالات المداخل لجميع النطّاطات. • التحقق من عمل دارة المفتاح بعد تركيبها (بتكرار تشغيل الجهاز وإطفائه).	• البحث العلمي	• الوثائق: مخطّطات الأطراف، أدلة الشركات الصانعة والبيانات المطبوعة على الرقاقات. • أجهزة ومعدات: جهاز الملتيميتر (DMM). • التكنولوجيا: الإنترنت.

أوثِّق، وأقدّم	• أرسم رموز النطّاطات ومخطّطات رقاقاتها. • توثيق نتائج العمل على شكل جداول قيم صواب للنطاطات المختلفة. • ترقيم الرقاقات وإعداد قائمة بالرقاقات ووظائفها وحالتها (صالحة أو تالفة). • أرسم المخطّط التمثيلي لدارة مفتاح نطاط D. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز النطاطات وفحصها)	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• تقييم جداول قيم الصواب التي تم الحصول عليها مقارنة بجداول الصواب الصحيحة للنطاطات • تقييم إجراءات السلامة وخاصة لحماية أطراف الرقاقات عند الفك والتركيب. • رضا الزبون عن عمل الجهاز بالمفتاح ومظهره • تقييم البدائل المتوفرة مع التعليل المناسب.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: جداول قيم صواب النطّاطات، إرشادات الفك والتركيب، المواصفات الفنّيّة للرقاقات. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. في الرقاقة 7473 هل يتم تفعيل النطّاط مع حافة نبضات الساعة الموجبة أم السالبة؟
2. وضح بالرسم كيف تستخدم نطاط (JK) لعمل مفتاح تبديلي كالذي قمت بتركيبه مستخدماً نطاط (D). كم رقاقة رقمية مختلفة يلزمك لبناء هذا المسجل؟
3. يبين شكل (1) المجاور كلاً من الرقاقة 7473 ودارة التغذية المنطقيّة لمداخلها: استعن بالشكل إضافة إلى دارة مناسبة لكشف حالتي المخرجين (Q ، Q') وذلك لرسم المخطّط الكامل لتشغيل أحد النطّاطين.



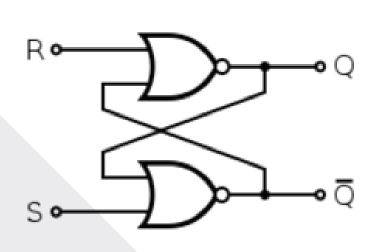
شكل (1): أ- مخطط الرقاقة 7473　　　ب- دارة تغذية مداخل النطاط عبر المفاتيح



أتعلَّم:

النطّاطات (Flip-Flops)

نشاط بالنظر إلى دارة البوّابات المنطقيّة (شكل 2)، هل يمكنك تحديد حالة المخرج Q بمجرد معرفتك حالة المدخل (R) لبوابة (NOR) العليا؟ لا بد من معرفة حالة المدخل الثاني للبوابة، أليس كذلك؟ ولكن كيف لك بمعرفة المدخل المذكور وأنت لم تقم بإدخال قيمته بشكل مباشر؟ فكِّر واكتب وصفاً قصيراً للفرق الجوهري بين هذه (الدارة) والبوّابات التي تعلمتها حتى الآن.



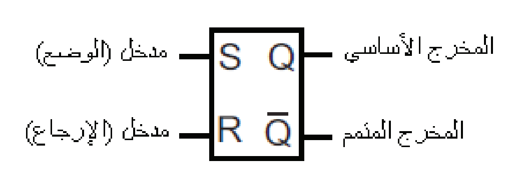
شكل (2): دارة نطاط SR بسيط

النطّاط (Flip-Flop):

النطّاط هو دارة إلكترونيّة تعتمد الحالة المنطقيّة لمخرجها (0 أو 1) على الحالة المنطقيّة لمداخلها، بالإضافة إلى الحالة المنطقيّة السابقة لمخارجها. ومن هنا تُعَدّ النطّاطات على أنها عناصر الذاكرة (التخزين) في الدارات المنطقيّة. وهناك 4 أنواع شائعة من النطّاطات، هي: نطاط (SR)، نطاط (JK)، نطاط (D)، نطاط (T). ويوجد لكل نطاط مخرج رئيسي (Q) ومخرج متمم (Q') تكون حالته دائماً معاكسة لحالة المخرج الرئيسي.

1) نطاط (SR):

يمكن بناء نطاط (SR) في أبسط حالاته بطرق عديدة، من أشهرها توصيل بوابتين منطقيتين من نوع (NOR) على التوازي والتعاكس كما في الشكل (2). ويبيّن (شكل 3) الرمز الفني لهذا النطّاط.



شكل (3): الرمز الفني لنطاط (SR)

ويبيّن الجدول التالي قيم الصواب لهذا النوع من النطّاطات:

جدول (1): جدول قيم الصواب لنطاط (SR)

الحالة الجديدة للمخرج		حالة المداخل		وصف الحالة
Qn		R	S	
Qn-1	→	0	0	حالة الذاكرة (بقاء حالة المخرج كما كانت: سواءً 0 أو 1)
1	→	0	1	حالة الوضع Set (جعل حالة المخرج = 1)
0	→	1	0	حالة الإرجاع Reset (جعل حالة المخرج = 0)
غير معرفة	→	1	1	الحالة الممنوعة (تكون حالة المخرج غير مستقرة)

وهنا يجدر الانتباه بشكل خاص إلى الحالة التي تعبر عن (ذاكرة النطّاط SR)، فمثلاً:

أ- إذا طبقنا على المدخلين (S,R) القيمتين (1,0) تصبح حالة المخرج $Q = 1$

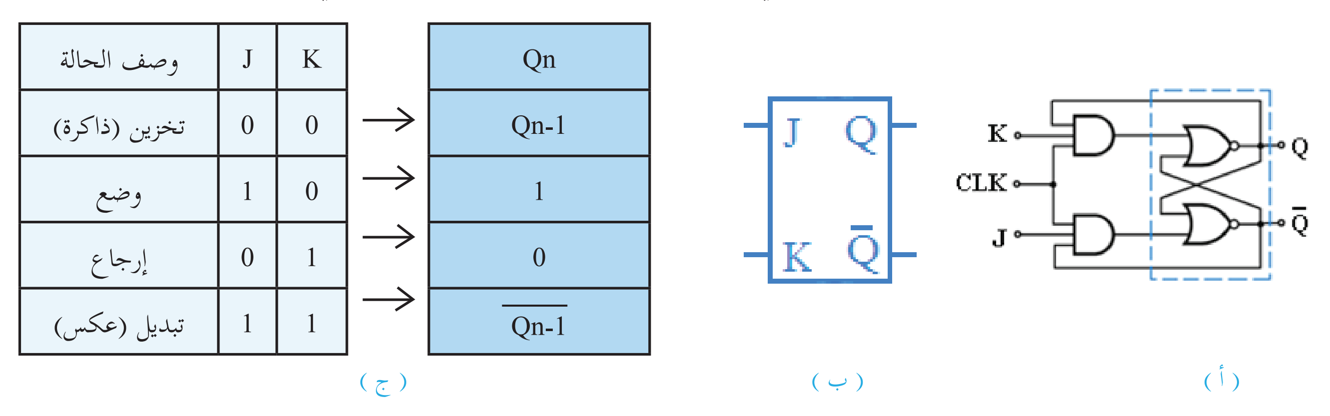
فإذا أتبعناها بتطبيق (0,0) على المدخلين (S,R) تبقى حالة المخرج $Q = 1$، أي أن النطّاط قد تذكر حالته السابقة.

ب- وإذا طبقنا على المدخلين (S,R) القيمتين (0,1) تصبح حالة المخرج $Q = 0$

فإذا أتبعناها بتطبيق (0,0) على المدخلين (S,R) تبقى حالة المخرج $Q = 0$، أي أن النطّاط قد تذكر حالته السابقة. ويبيّن (شكل 3) رمز النطّاط (SR).

2) نطاط (JK):

إن إضافة بوابتي (AND) إلى نطاط (SR) كما في الشكل (4) ينتج عنه نطاط جديد يسمى نطاط (JK) الذي يعد من أهم النطّاطات على الإطلاق. وتلاحظ في جدول قيم الصواب لهذا النطّاط كيف تمّ التغلب على مشكلة الحالة غير المعرفة في نطاط (SR)، فلم يعد لها وجود في نوع (JK).



وصف الحالة	J	K		Qn
تخزين (ذاكرة)	0	0	→	Qn-1
وضع	1	0	→	1
إرجاع	0	1	→	0
تبديل (عكس)	1	1	→	$\overline{Qn\text{-}1}$

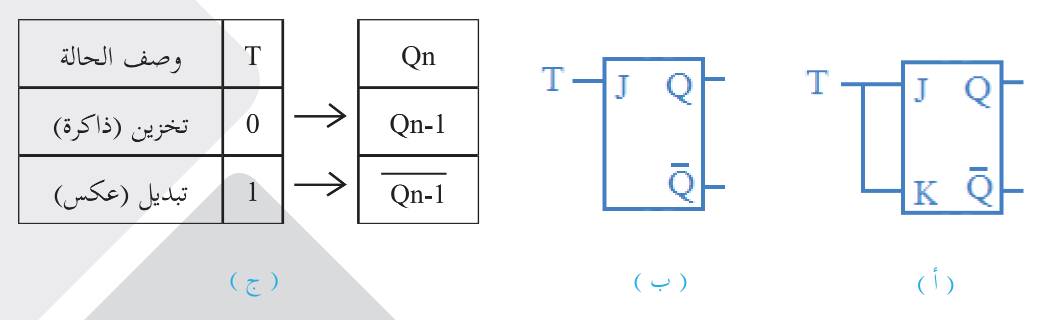
شكل (4): أ- نطاط (JK) باستخدام البوابات المنطقية ب- الرمز الفني لنطاط (JK) ج- جدول قيم الصواب لنطاط (JK)

كما وتلاحظ أنه تمت إضافة مدخل جديد للنطاط، هو ما يسمى (مدخل نبضات الساعة Clock Pulse) أو (مدخل التمكين Enable)، حيث لا يمكن للنطاط أن يستجيب لأية قيم منطقية تطبق على مداخله، إلا بعد إرسال نبضة مناسبة إلى هذا المدخل لتقوم بتفعيل النطّاط للاستجابة.

إن تطبيق القيم المنطقيّة (0، 0) على المدخلين (J، K) واتباع ذلك بنبضة الساعة على المدخل (CLK) يجعل المخرج (Q) للنطاط يبقى على نفس الحالة التي كان عليها قبل هذه العمليّة، أي أن النطّاط يتذكر حالته السابقة. كما أن تطبيق القيم المنطقيّة (1، 1) على المدخلين (J، K) وإتباع ذلك بنبضة الساعة على المدخل (CLK) يجعل المخرج (Q) للنطاط يعكس الحالة التي كان عليها قبل هذه العمليّة.

3) نطاط T:

يتم الحصول على هذا النوع من النطّاطات من خلال نطاط (JK)، وذلك بوصل المدخلين (J) و (K) ليصبحا مدخلاً واحداً يسمى المدخل (T)، كما يبيّن الشكل (5 - أ، ب).



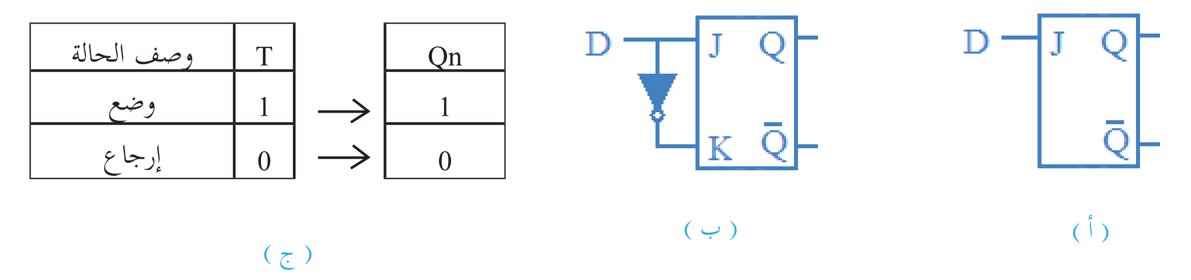
وصف الحالة	T		Qn
تخزين (ذاكرة)	0	→	Qn-1
تبديل (عكس)	1	→	$\overline{Qn\text{-}1}$

شكل (5): أ- نطاط (T) من خلال نطاط (JK) ب- الرمز الفني لنطاط (T) ج- جدول الصواب لنطاط T

فعلياً لقد أجبرنا النطّاط (JK) على العمل في الحالتين الأولى والرابعة من جدول قيم الصواب الخاص به، لأننا جعلنا (K) مساوية لـ (J) فإما أن تكون كلتاهما 1 أو تكون كلتاهما 0. وهكذا يمكنك ببساطة تخمين جدول قيم الصواب الخاص بالنطّاط (T) كما في (شكل-5 ج).

4) نطاط (D):

نحصل على هذا النوع من النطّاطات من خلال نطاط (JK) بوصل المدخلين (J) و (K) عبر بوابة نفي (NOT)، ومن ثمَّ استخدام المدخل الوحيد الناتج عن ذلك ويسمى المدخل (D)، كما يبيِّن الشكل (6).



Qn	T	وصف الحالة
1	1	وضع
0	0	إرجاع

شكل (6): أ- نطاط (D) من خلال نطاط (JK)   ب- الرمز الفني لنطاط (D)   ج- جدول الصواب لنطاط D

فعلياً لقد أجبرنا النطّاط (JK) على العمل في الحالتين الثانية والثالثة من جدول قيم الصواب الخاص به؛ لأننا جعلنا (K) معاكسة لـ (J) على الدوام، فإذا كانت $J = 1$ فإن $K = 0$، والعكس صحيح.

وكما هو واضح من خلال جدول قيم الصواب للنطاط (D) فإن عمله يتمثّل في (تمرير) المعلومات من المدخل إلى المخرج (كما هي) وذلك كلما تمّ تفعيله من خلال نبضات الساعة على المدخل (CLK).

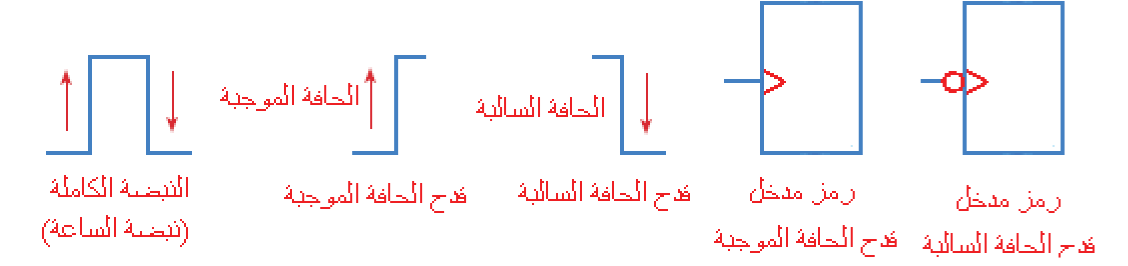
5) استخدام نبضات الساعة مع النطّاطات:

تُعَدّ نبضات الساعة هامة جداً في تحقيق التزامن بين أجزاء الدارات الإلكترونيّة الرقميّة، فأحياناً لا نرغب في تغيير حالة النطّاط بمجرد تغير حالة مداخله مباشرةً، وإنما فقط في لحظة لاحقة نحدِّدها بدقة من خلال إرسال نبضة إلى مدخل نبضات الساعة (CLK)، وعندها فقط يتم تفعيل النطّاط ليستجيب للقيم المنطقيّة التي هي على مدخله أو مداخله.

إن عمليّة تفعيل النطّاط تحدث عندما تغير الفولتيّة على مدخل (CLK) قيمتها من قيمة عليا إلى قيمة دنيا أو العكس (شكل 7). وهكذا يوجد نوعان من (القدح) للنطاطات، هما:

قدح بالحافة السالبة (عندما تغيِّر النبضة فولتيتها من القيمة العليا إلى القيمة الدنيا).

قدح بالحافة الموجبة (عندما تغيِّر النبضة فولتيتها من القيمة الدنيا إلى القيمة العليا).



شكل (7): قدح النطاطات باستخدام نبضات الساعة

وتختلف النطّاطات حسب تصنيعها للاستجابة لهذا النوع من القدح أو ذاك. والنبضات المستخدمة على المدخل (CLK) للنطاط يمكن أن تكون صادرة من مولّد للذبذبات (نبضات الساعة) أو أن تكون أية نبضات ناتجة عن مصدر خارجي سواء أكان مجساً أم مفتاحاً كهربائيّاً يدويّاً أم إلكترونيّاً.

6) مدخل الإعداد (Preset) ومدخل التصفير (Clear) للنطاطات:

النطّاطات العمليّة تحتوي على مدخلين إضافيين يسميان مداخل غير متزامنة للنطاط، هما:

1- مدخل الإعداد (Preset): يؤدّي تفعيل هذا المدخل إلى جعل قيمة مخرج النطّاط $Q = 1$ بصرف النظر عن قيم المداخل أو وجود نبضات الساعة وعدم وجودها.

شكل (8): مدخلا الإعداد والتصفير

2- مدخل التصفير (Clear): يؤدّي تفعيل هذا المدخل إلى جعل قيمة مخرج النطّاط $Q = 0$ بصرف النظر عن قيم المداخل أو وجود نبضات الساعة وعدم وجودها.

ويختلف تفعيل هذين المدخلين من نطاط لآخر، فقد يتم التفعيل بربطهما مع الفولتيّة العالية (1منطقي) أو بربطهما مع الفولتيّة المنخفضة (0 منطقي)، الشكل (8).

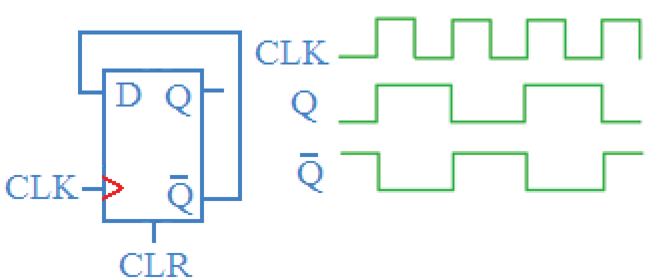
7) رقاقات النطّاطات:

كما هو حال البوّابات المنطقيّة، يتم تصنيع النطّاطات عمليّاً داخل رقاقات لها أرقام تدل على وظيفة كلّ منها (محتوياتها) ومواصفاتها الفنيّة، كما وتتوفر النطّاطات في العائلات الرقميّة المختلفة مثل (TTL) و (CMOS)، ويبيّن الجدول التالي أمثلةً منها:

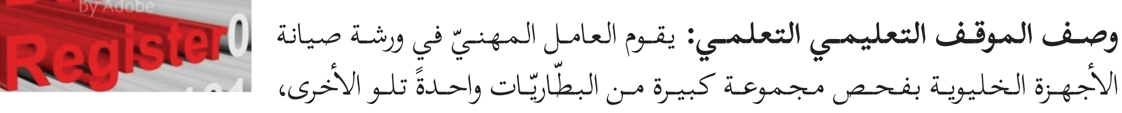
نوع النطّاط	الرقاقة في عائلة TTL	الرقاقة في عائلة CMOS
JK	7473 (تحتوي نطاطين JK)	4027 (تحتوي نطاطين JK)
D	7474 (تحتوي نطاطين D)	4013 (تحتوي نطاطين D)

8) استخدامات النطّاطات:

النطّاطات هي عناصر الذاكرة في عالم الإلكترونيّات الرقميّة، ومن هنا فإنها تستخدم كوحدات بنائية لكل من المسجّلات والعدّادات بأنواعها المختلفة، إضافة إلى نطاق واسع من التطبيقات المتنوّعة. يمكنك على سبيل المثال تأمل الدارة البسيطة (شكل 9) لنطاط (D)، والتي يمكن استخدامها لعمل مفتاح تبديلي (يقوم بالوصل عند ضغطه أول مرة ويقوم بالفصل عند ضغطه مرة ثانية، وهكذا).



شكل (9): مفتاح تبديل باستخدام نطاط D



3-4 الموقف التعليمي التعلمي الثالث (للإطلاع):

بناء وتشغيل مسجّلات الإزاحة (Shift Registers)

وصف الموقف التعليمي التعلمي: يقوم العامل المهنيّ في ورشة صيانة الأجهزة الخليوية بفحص مجموعة كبيرة من البطّاريّات واحدةً تلو الأخرى، ويقوم بتمريرها على الترتيب إلى الفني المسؤول في قسم الصيانة (على المكتب المجاور)، وفي نفس الوقت يقوم العامل المهنيّ بإرسال إشارة فولتية كهربائيّة (1 أو 0) إلى الفني المسؤول للدلالة على أن البطّاريّة التي يتم فحصها (صالحة أو تالفة). فإذا طلب منك فني الصيانة بناء دارة منطقية تقوم بالإبقاء على تسجيل (ضوئي) أمامه، يبيّن له باستمرار حالة البطّاريّات الأربع الأخيرة التي تمّ فحصها، فكيف يمكنك تنفيذ هذه الطلبيّة؟

العمل الكامل			
خطوات العمل	**وصف الموقف التعليمي**	**المنهجيّة**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • طريقة إدخال 0 أو 1 لمسجل الإزاحة. • اتجاه الإزاحة المرغوب به (يمين أو يسار). • الاستفسار من الزبون حول المشكلة. • أجمع البيانات عن: • أنواع المسجّلات ومبدأ عملها وتشغيلها. • رقاقات النطّاطات لبناء مسجّلات الإزاحة. • رقاقات المسجلات وتركيبها وفحص عملها.	• البحث العلمي. • زيارة ميدانية. • الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: الطلب الخطيّ من فني الصيانة، مخطّطات بناء المسجّلات، مخططات الرقاقات المتنوّعة للنطاطات وأطرافها الخارجية. • التكنولوجيا: مواقع إلكترونيّة وفيديوهات.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (أنواع المسجلات، مبدأ عملها، بناؤها من النطاطات، رقاقات المسجلات). • اختيار طريقة التركيب (لوحة تثبيت العناصر أو اللوحة التعليميّة). • اختيار نوع النطّاط والرقاقة وعدد الرقاقات. • إعداد اللوحة المناسبة للتنفيذ. • رسم المخطّط الصندوقي ثم مخطّط توصيلات لمسجل SIPO خانتين ثم 4 خانات. • إعداد المخطّطات لتغذية الرقاقات وتوصيل مداخلها (بالمفاتيح) ومخارجها (بمبينات الإشارة). • عمل مخطّط التوصيلات للمسجل (SIPO). • تحديد مصدر التغذية وقيمة جهد التغذية للرقاقة. • وللمداخل وطريقة تزويد المداخل بـ 0، 1 • وكذلك دارات مبينات إشارات المخارج.	• الحوار والمناقشة • العمل في مجموعات	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، مخطّطات الدارات المنطقيّة لمسجّلات (SIPO) لخانتين وأكثر، مخطّطات أطراف رقاقات النطّاطات نوع (D) أو نوع (JK) وأجزائها الداخلية وكذلك رقاقة بوابات (NOT) إن لزمت، أدلة الشركات الصانعة للرقاقات. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أُنفِّذ	• تركيب رقاقة/ رقاقات نطاط (D) أو نطّاط ((JK على لوحة تثبيت العناصر أو على الـ (KIT). • تتبع مخطّط الأطراف لرقاقات النطّاطات (وبوابات NOT إن لزمت)، ومخطّطات التغذية وقيمها بالفولت، ومخطّط التوصيلات (على لوحة التجميع) أو على (اللوحة التعليميّة KIT). • تغذية الرقاقة/ الرقاقات وتأريضها. • تنفيذ التوصيلات اللازمة لبناء دارة مسجل SIPO خانتين ثم 4 خانات (يمكن الاكتفاء بالتنفيذ لخانتين إن رأى المدرب ذلك). • توصيل مدخل البيانات D ومدخل نبضات الساعة CLK ومدخل التصفير CLR بالمفاتيح. • توصيل المخارج بدارات المبينات (LEDs). • إدخال البيانات الثنائيّة بشكل متتالٍ مع التفعيل بنبضة الساعة كلّ مرة من خلال المفاتيح المنطقيّة.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: القطع الإلكترونيّة المطلوبة (رقاقات، مقاومات، LEDs ...)، لوحات تجميع العناصر الإلكترونيّة أو اللوحة التعليميّة Kit للنطاطات والبوّابات المنطقيّة، أجهزة التغذية المستمرّة (DC P.S)، أسلاك توصيل مناسبة (حسب لوحة التجميع أو الـ Kit)، أدوات تنفيذ التوصيلات الكهربائيّة. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أَتَحَقَّق	• التأكّد من أرقام الرقاقات المستخدمة في المسجل ومن وظيفتها وجهد تغذيتها وطرف تأريضها. • التحقّق من توصيل مدخل البيانات D والتصفير CLR ونبضات الساعة CLK وجهودها. • تفقد توصيلات دارة المسجل الثنائيّ ذي الخانتين وتوصيلات المداخل والمخارج حسب المخطّط. • تفقد توصيلات دارة المسجل الثنائيّ ذي الـ 4 الخانات وتوصيلات المداخل والمخارج. • التحقّق من توصيل المخارج مع مبينات الإشارة (ثنائيات LED والمقاومات المناسبة على التوالي • التحقق من عمل المسجل.	• البحث العلمي	• الوثائق: مخطّطات أطراف الرقاقات، أدلة الشركات الصانعة والبيانات المطبوعة على جسم الرقاقات، مخطّطات الدارة المنطقيّة لمسجّلات SIPO ذات خانتين و3 خانات و4 خانات. • الأجهزة: جهاز ملتيميتر رقمي (DMM). • التكنولوجيا: الإنترنت
أوثِّق، وأقدِّم	• أوثِّق مخطّطات الدارة المنطقيّة لمسجّلات SIPO ذات خانتين و3 خانات و4 خانات • أوثِّق نتائج العمل على شكل (جدول حالات المسجّل) أي (حالة مخارج نطاطات المسجل). • توثيق عمليّة تخزين البيانات في المسجّلات الثنائيّة نوع SIPO وتشمل: الأعداد الثنائيّة التي تمّ تخزينها، وعدد خاناتها، وعدد نبضات الساعة CLK اللازمة لإتمام عمليّة التخزين، وحالة المسجل (حالة مخارج نطاطاته)، بعد كلّ نبضة. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (بناء وتشغيل مسجل الإزاحة)	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض • • قرطاسية، منصة عرض

أقوّم	• مقارنة النتائج بجداول حالات المسجّلات نوع SIPO بعد كلّ نبضة من النبضات. • تقييم إجراءات السلامة وخاصة لحماية أطراف الرقاقات عند الفك والتركيب • تعرف رضا الزبون عن عمل مسجل الإزاحة • تقييم الاقتصادية في أعداد الرقاقات المستخدمة لتحقيق الهدف، ومطابقة المعايير.	• الحوار والمناقشة • البحث العلمي	• الوثائق: جداول قيم صواب المسجّلات المستخدمة حسب الخانات والعدد الثنائيّ المخزن، المواصفات الفنيّة للرقاقات. • التكنولوجيا: الإنترنت.

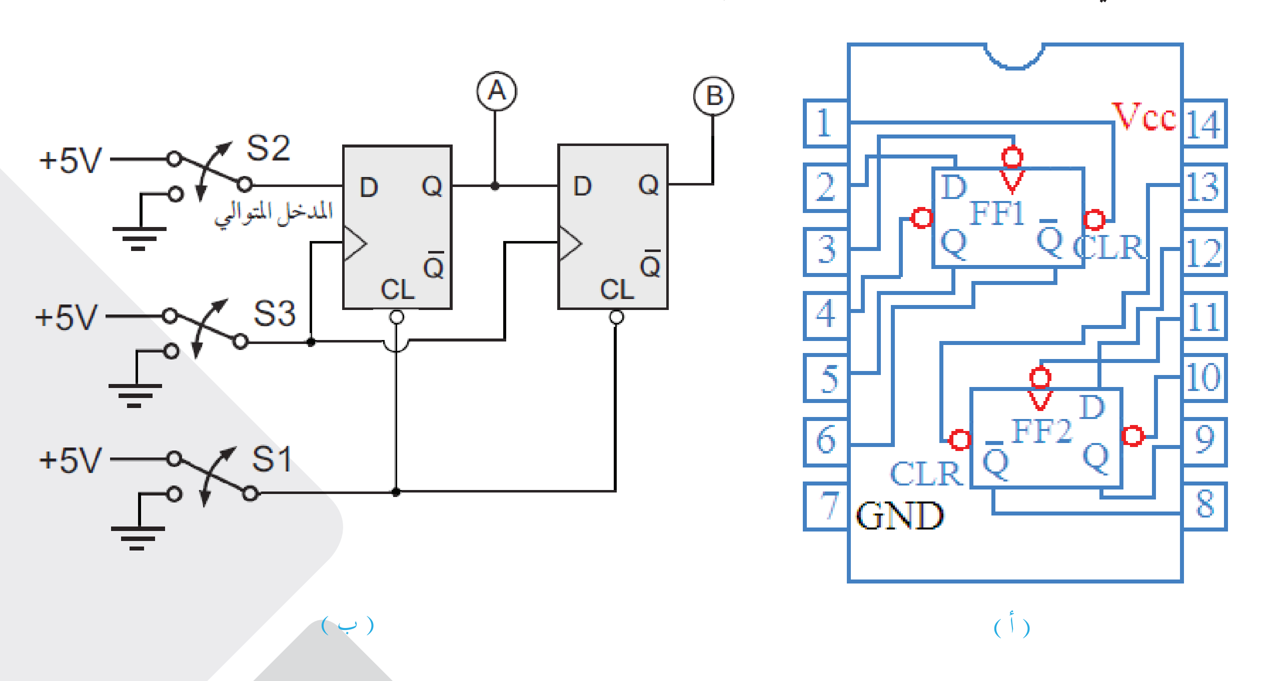
الأسئلة:

1- يبين الشكل التالي (شكل 1) كلاً من:

أ- مخطّط الدارة المنطقيّة لمسجل إزاحة ثنائي نوع SIPO (إدخال متوالٍ / إخراج متوازٍ) ذي خانتين، باستخدام نطاطين من نوع D.

ب- مخطّط الأطراف والأجزاء الداخلية للرقاقة 7474 والتي تحوي نطاطين من نوع D.

أمعن النظر في الدارة ومخطّط أطراف الرقاقة، ثمّ، أجب عن الأسئلة الآتية:



شكل (1): أ- الدارة المنطقية لمسجل SIPO خانتين D. ب- مخطط الأطراف والأجزاء الداخلية للرقاقة 7474.

أ- ما قيمة جهد التغذية Vcc لهذه الرقاقة؟ لماذا؟

ب- ما نوع القدح لكل من النطّاطين في هذه الرقاقة (قدح بالحافة الموجبة أم السالبة)؟

ج- أعد رسم الرقاقة 7474 ثم قم بعمل التوصيلات اللازمة بين الأطراف للحصول على مخطّط التوصيلات لمسجل الإزاحة الثنائيّ نوع SIPO ذي الخانتين.

د- يتم مسح مخرجي النطّاطين بتوصيل مدخل التصفير CLR بالجهد 0 ثم أعادته إلى الوضع 5 فولت من خلال المفتاح S1. هل يتم تصفير المخرجين في هذه الرقاقة يحدث مع الحافة السالبة أم الموجبة؟

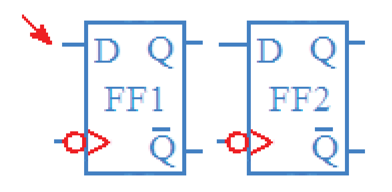
2- استخدم رقاقة أخرى من نفس النوع ثم أكمل المخطَّط الَّذي رسمته للحصول على مخطّط التوصيلات لمسجل إزاحة ثنائي نوع SIPO ذي 4 خانات.



أتعلَّم:

1) المسجّلات (Registers)

نشاط (1) ارسم نطاطين D متجاورين كما في (شكل 2). ما الَّذي يحدث إذا قمنا بتطبيق قيمة منطقية محدّدة 0 أو 1 على مدخل نطاط (D) الأول ثم قمنا بتفعيل النطّاط من خلال نبضة الساعة؟ هل يمكنك اعتبار هذه العمليّة كتسجيل أو (تخزين) للقيمة المنطقيّة؟ ماذا لو كان مخرج نطاط (D) الأول مدخلاً لنطاط (D) الثاني، هل يمكنك تمرير أو (إزاحة) القيمة المنطقيّة إلى مخرج النطّاط الثاني؟ وضح إجابتك بالرسم.



شكل (2): نطاطين نوع D

مسجّلات الإزاحة (Shift registers):

يتألف مسجل الإزاحة من سلسلة من النطّاطات تشترك جميعاً في نفس نبضات الساعة، وتقوم بتخزين عدد من الأرقام الثنائيّة على مخارجها، كما ويتمّ تمرير البيانات الثنائيّة من نطاط إلى النطّاط المجاور (في الاتجاه المرغوب) مع كلّ نبضة. وقد تحتوي دارة المسجل على بوابات منطقية تساعد في كيفيّة تمرير البيانات الثنائيّة عبر الدارة. وهكذا فإن المسجل الَّذي يحتوي على عدد n من النطّاطات يقوم بتخزين n من الخانات الثنائيّة (البتات).

2) أنواع مسجّلات الإزاحة:

تصنّف المسجّلات عموماً حسب طريقة إدخال البيانات وإخراجها إلى أربعة أنواع، هي:

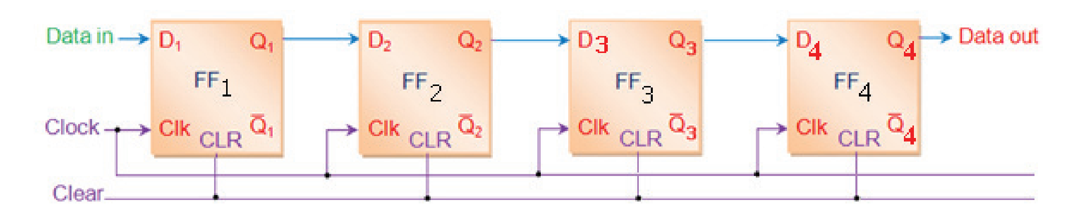
1- مسجل إدخال بالتوالي إخراج بالتوالي (SISO).

2- مسجل إدخال بالتوالي إخراج بالتوازي (SIPO).

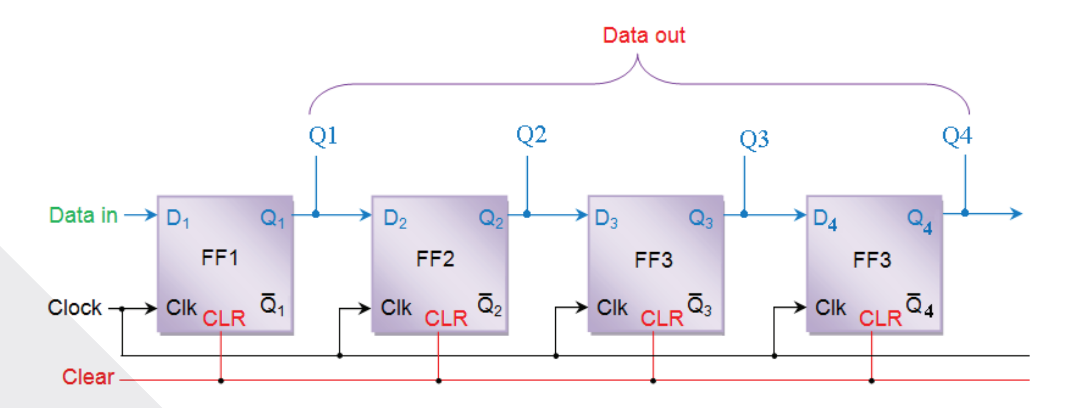
3- مسجل إدخال بالتوازي إخراج بالتوالي (PISO).

4- مسجل إدخال بالتوازي إخراج بالتوازي (PIPO).

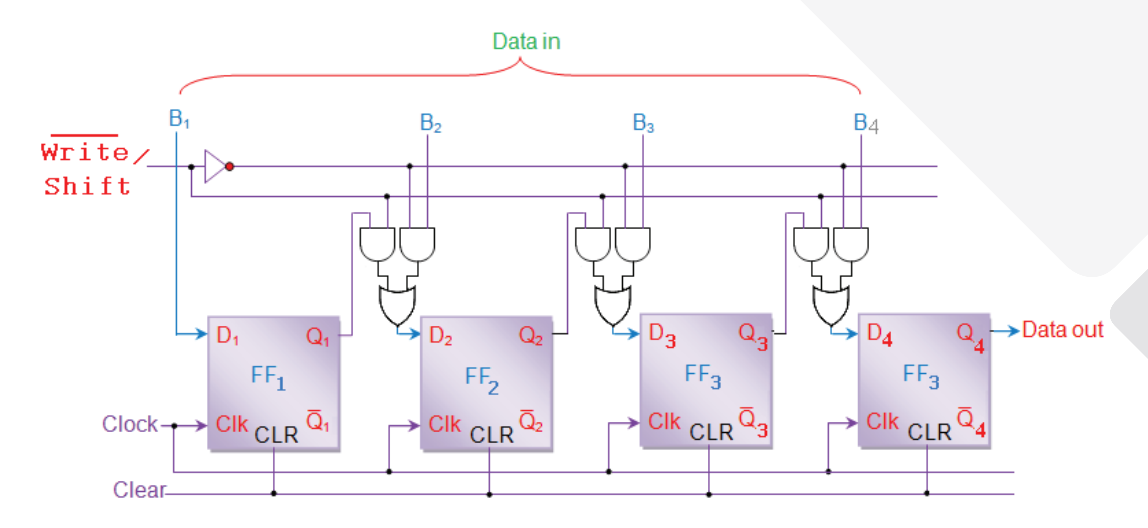
يبين الشكل (3 - أ، ب، ج، د) أنواع مسجّلات الإزاحة المذكورة، وسنركز شرحنا في الفقرة التالية على آلية عمل مسجّلات الإزاحة من النوع الثاني- الإدخال المتوالي والإخراج المتوازي (SIPO).



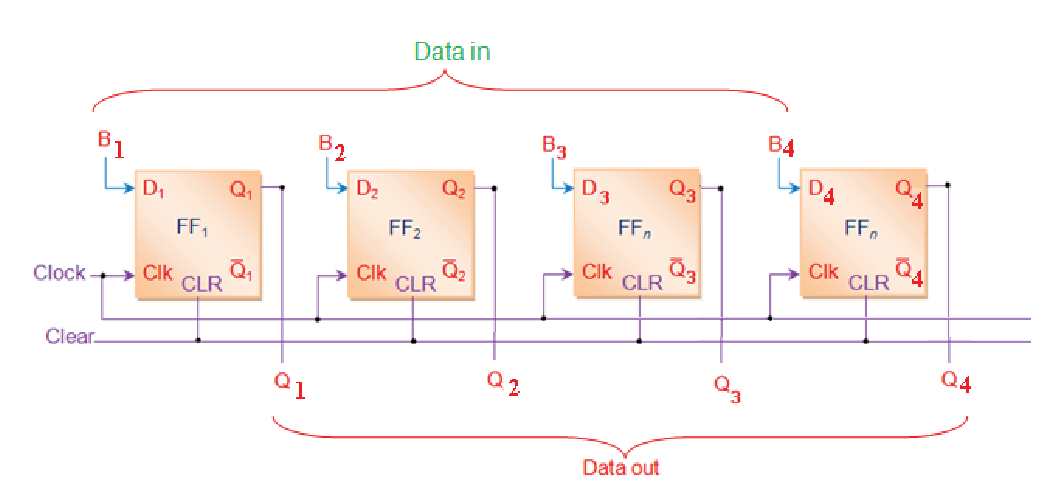
شكل (3 - أ): مسجل إزاحة إدخال توالٍ وإخراج توالٍ (SISO)



شكل (3 – ب): مسجل إزاحة إدخال توالٍ وإخراج توازٍ (SIPO)



شكل (3 – ج): مسجل إزاحة إدخال تواز ٍ وإخراج توالٍ (PISO)



شكل (3 - د): مسجل إدخال تواز ٍ وإخراج تواز ٍ (PIPO)

3) مسجل الإزاحة ذو الإدخال بالتوالي والإخراج بالتوازي (SIPO):

يمكن بناء مسجل إزاحة ذي إدخال متوال ٍ وإخراج متواز ٍ (SIPO) مكون من 4 خانات باستخدام 4 نطاطات D، كما في الشكل (3-ب). وإذا تذكرنا أن عمل النطاط (D) يتلخّص في تمرير المعلومات من مدخله إلى مخرجه مع كلّ نبضة من نبضات الساعة، وأن جميع النطّاطات تتزود بنبضات الساعة في وقت واحد، فإن النتيجة هي تمرير البتات من كلّ نطاط إلى الّذي يليه (بالترتيب) مع تتابع النبضات.

ويلخّص الجدول (1) خطوات العمل اللازمة لتخزين العدد الثنائيّ 1011 المكون من 4 خانات ثنائية (4 بتات) في هذا المسجل، حيث نقوم في البداية بتصفير جميع المخارج Q1, Q2, Q3, Q4، وذلك بتطبيق فولتية 5V على مدخل التصفير CLR لجميع النطّاطات. ثم نبدأ إدخال الخانات الثنائيّة للعدد 1011 كما يأتي:

1- نضع البت الأولى (1) على المدخل، ونطبق النبضة الأولى.

2- نضع البت الثانية (1) على المدخل، ونطبق النبضة الثانية.

3- نضع البت الثالثة (0) على المدخل، ونطبق النبضة الثالثة.

4- نضع البت الرابعة (1) على المدخل، ونطبق النبضة الرابعة.

جدول (1): جدول حالة مخارج مسجل إزاحة ثنائي نوع SIPO ذي 4 خانات، لتخزين العدد 1011.

لنفرض أن العدد المراد تخزينه في المسجل هو (1011) :

حالة المسجل	Q 4	Q 3	Q 2	Q 1	البت المراد وضعها على مدخل المسجل (بالترتيب)
الحالة الابتدائيّة للمسجل: 0000	0	0	0	0	1 0 1 1
بعد النبضة (الأولى): 1000	0	0	0	1	1 0 1 1
بعد النبضة (الثانية): 1100	0	0	1	1	1 0 1 1
بعد النبضة (الثالثة): 0110	0	1	1	0	1 0 1 1
بعد النبضة (الرابعة): 1011	1	1	0	1	

وهكذا تلاحظ أنه اكتمل تخزين العدد الثنائيّ المطلوب (1011) ذي الأربع خانات في المسجل باستخدام 4 نبضات من نبضات الساعة، وسيبقى هذا العدد الثنائيّ مخزناً في المسجل ما لم يتم تطبيق نبضة جديدة على مدخل CLK للنطاطات أو القيام بتفعيل أحد المدخلين CLR وPRE.



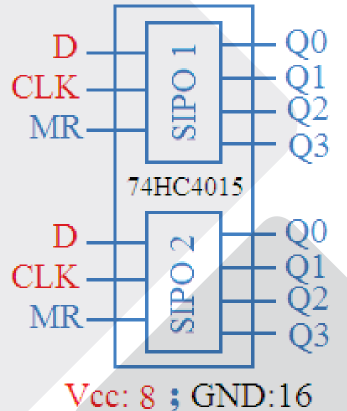
سؤال1: ما نوع القدح في نطاطات D المستخدمة في مسجل الإزاحة (SIPO)، شكل (3 - ب)؟



سؤال2: ما أثر تطبيق المزيد من نبضات الساعة على المداخل CLK بعد انتهاء عمليّة التخزين وزوال البيانات عن المدخل (D) للمسجل؟ ما أثر الاستمرار في تشغيل نبضات الساعة بعد ذلك؟

4) رقاقات مسجّلات الإزاحة:

هناك العديد من الرقاقات التي تحتوي على أنواع مختلفة من المسجّلات، من امثلتها الرقاقة 74HC4015، والتي تحتوي على مسجلين للإزاحة نوع (SIPO)، شكل (4).



CD74HC4015

D: Data

CLK: Clock Pulse

MR: Master Reset

Q0, Q1, Q2, Q3: Outputs

شكل (4): المخطّط الوظيفي للرقاقة 744015

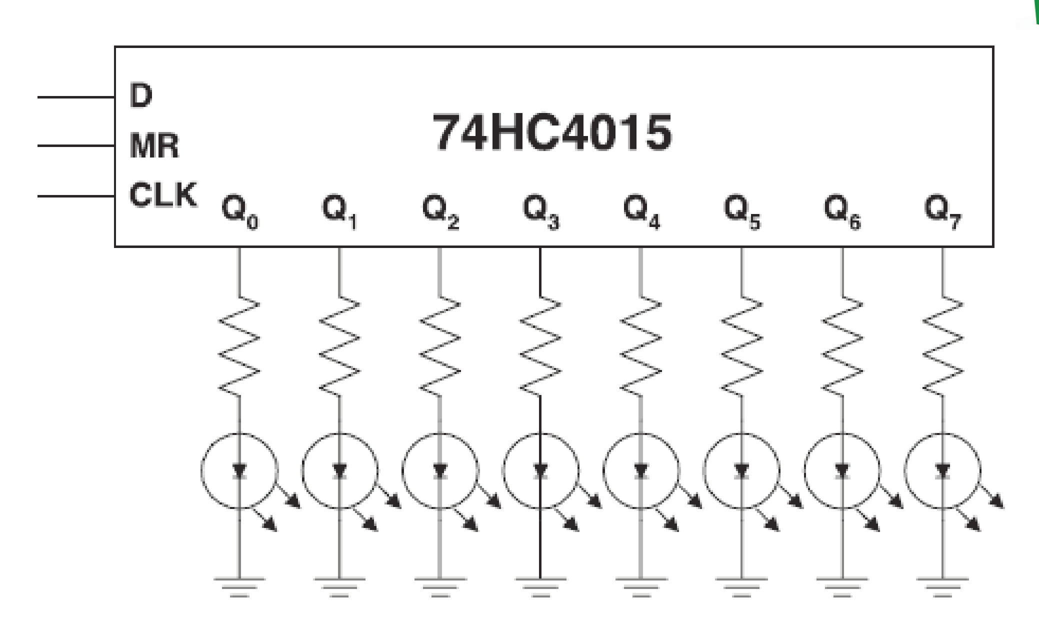
استخدامات مسجّلات الإزاحة:

تبرز الأهمية الكبرى للمسجّلات في كونها وحدات أساسيّة في تركيب المعالجات الميكروية في الحواسيب وغيرها من الأجهزة الذكية. وذلك بالإضافة إلى استخدامها بشكل منفرد في العديد من التطبيقات العمليّة. ويمكنك بشكل خاص ملاحظة أهمية المسجّلات في نقل البيانات، فلو فرضنا أننا نريد إرسال n من البتات من نقطة إلى أخرى بينهما مسافة كبيرة، فإن استخدام n من خطوط النقل المتوازية بين النقطتين سيكون مكلفاً من الناحية المادية. وعوضاً عن ذلك يمكنك استخدام خط واحد للنقل يتم إرسال البيانات عبره على التوالي واحدة بعد الأخرى، عن طريق الاستعانة بالمسجّلات.

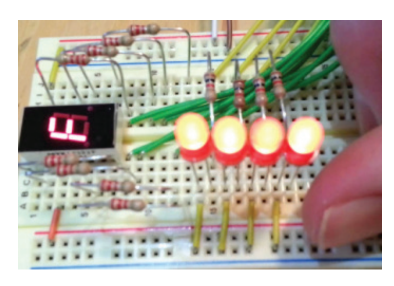
في هذه الحالة يمكنك استخدام مسجل إزاحة (نوع PISO) بحيث تدخل البيانات إليه بالتوازي ويخرجها بالتوالي إلى خط النقل، ومن ثمَّ تصل البيانات المتتالية عبر خط النقل إلى جهة الاستقبال حيث يتسلمها مسجل إزاحة أخر (نوع SIPO) فتدخل إليه بالتوالي. وحين يكتمل وصول البتات (وعددها n) يتم أخذها من مخارج المسجل على التوازي من جديد، مثلما كانت في الأساس.

أي أن المرسل قام بتحويل البيانات من التوازي إلى التوالي، بينما قام المستقبل بإعادة تحويل البيانات من التوالي إلى التوازي، وذلك بفضل استخدام المسجل المناسب في كلّ منهما.

نشاط (2) أبحثُ في الإنترنت عن مواصفات الرقاقة 744015 (شكل 5) وكيفيّة استخدامها كمسجل إزاحة ثنائي ذي 8 خانات.



شكل (5): الرقاقة 744015: تحتوي زوجاً من مسجلات الإزاحة نوع SIPO كلاهما ذو أربع خانات (4 Bit)



4-4 الموقف التعليمي التّعلمي الرابع (للإطلاع):

بناء العدّادات الثنائيّة (Binary Counters) وتشغيلها

وصف الموقف التعليمي التّعلمي: في إحدى المؤسسات يقوم الزوار بالدخول إلى معرض للأجهزة الإلكترونيّة عبر باب إلكترونيّ يتحرك بشكل تلقائي عند الدخول أو الخروج. وقد طلب إليك مدير المؤسسة تركيب عداد ثنائي يقوم بعدّ مرات فتح الباب من 0 إلى 999 بشكل متكرر، بحيث تظهر عمليّة العدّ (ضوئياً) على حالة عدد من الثنائيّات الباعثة للضوء (LED)، وذلك لمساعدة فني الصيانة في المؤسسة (بشكل خاص) والذي يقوم بتفحص حالة الباب الإلكترونيّ وصيانته بعد كلّ ألف عمليّة فتح وإغلاق للباب؟

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • طبيعة عمل الباب المراد تركيب العداد له. • نوع مبينات الإشارة المطلوبة. • أجمع البيانات عن: • أنواع العدّادات وتركيبها ومبدأ عملها وتشغيلها • رقاقات النطّاطات اللازمة لبناء العدّادات.	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي. • زيارة ميدانية.	• الوثائق: الطلب الخطّيّ من المؤسسة، مخطّطات العدّادات. • التكنولوجيا: مواقع إلكترونيّة تعليميّة عن العدادات.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (أنواع العدادات، عدد الخانات، بناء دارات العدادات، الرقاقات المطلوبة). • تحديد خطوات العمل: • اختيار طريقة التركيب (لوحة تثبيت العناصر أو اللوحة التعليميّة). • اختيار نوع النطّاط الذي سيتم استخدامه لبناء العداد والرقاقة وعدد الرقاقات اللازمة. • إعداد مخطّط التوصيلات لعداد ثنائي تصاعدي ذي خانتين، ثم للعداد الثنائيّ التصاعدي ذي الـ 4 الخانات، والعدّادات التنازلية، وعداد BCD (استناداً للمخططات الصندوقية للعدادات). • إعداد مخطّط تغذية الرقاقات حسب مصدر التغذية المستخدم وجهد تغذية الرقاقة. • توصيل المداخل (بالمفاتيح) والمخارج (بمبينات إشارة) حسب طريقة تزويد المداخل بـ 0، 1 وجهود تغذيتها ودارات مبينات الإشارة.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، مخطّطات الدارات المنطقيّة للعدادات الثنائيّة: • عداد تصاعدي (من خانتين وأكثر) / عداد تنازلي (من خانتين وأكثر) / عداد ثنائي مرمز عشرياً BCD، مخطّطات أطراف رقاقات النطّاطات نوع JK وأجزائها الداخلية، الأرقام الظاهرة على أجسام الرقاقات، أدلة الشركات الصانعة للرقاقات. • التكنولوجيا: الإنترنت

أنفِّذ	• تركيب رقاقة/ رقاقات النطّاط (JK) على لوحة التثبيت، أو الـ (KIT)، ثم تغذيتها وتأريضها حسب مخطّط التغذية وقيمتها بالفولت. • تنفيذ التوصيلات اللازمة لتحويل عمل نطاطات (JK) وظيفياً إلى نطاطات (T). • تنفيذ التوصيلات لبناء دارة عداد تصاعدي ثنائي من خانتين حسب مخطط التوصيلات. • توصيل مدخل التصفير CLR بالمفاتيح وتوصيل المخارج بدارات المبينات (LEDs) • توصيل مدخل نبضات الساعة CLK بالمفتاح المنطقيّ أو بمخرج المذبذب على اللوحة التعليميّة (Kit) مع ضبط تردّده بشكل مناسب. • تشغيل العداد ورصد حالة المخارج في جدول. • تكرار العمل مع التوصيل في وضعيّة العد التنازلي (بطريقتين). • تطوير العداد ذي الخانتين إلى عداد 4 خانات. • عمل توصيلات مرحلة واحدة من العداد الثنائيّ المرمز عشرياً BCD، وذلك للعد من 0 إلى 9 وتشغيلها ورصد حالة المخارج في جدول. • بناء العداد المطلوب (3 مراحل) مع مفتاح زر انضغاطي ملائم وتركيبه للباب بطريقة ملائمة (يمكن الاكتفاء بالتنفيذ لمرحلة واحدة).	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: القطع الإلكترونيّة المطلوبة (رقاقات، مقاومات، LEDs)، لوحات تجميع العناصر الإلكترونيّة أو اللوحة التعليميّة (KIT) للنطاطات والبوّابات المنطقيّة، أجهزة التغذية، أسلاك توصيل مناسبة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أَتَحَقَّق	• التأكّد من رقم ووظيفة كلّ من الرقاقات المستخدمة في بناء دارة العداد. • تتبع توصيلات الدارة (لكل عداد من العدادات) • التحقّق من توصيلة المدخل (T) ومدخل التصفير (CLR) ومدخل نبضات الساعة CLK. • التحقّق من توصيل المخارج مع مبينات الإشارة (ثنائيات LED) ومقاومات التوالي • رصد حالة العداد مع تكرار عمليّة فتح الباب وإغلاقه لأكبر عدد ممكن من المرات.	• البحث العلمي.	• الوثائق: مخطّطات الأطراف للرقاقات، أدلة الشركة الصانعة، مخطّطات الدارات المنطقيّة لعداد خانتين و3 خانات و4 خانات، وعداد BCD. • أجهزة: DMM • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدِّم	• أوثِّق (مخطّطات الدارات المنطقيّة) للعدادات المختلفة تصاعدية وتنازلية ذات خانتين و3 خانات و4 خانات، وكذلك عداد (BCD). • توثيق (مخطّطات التوصيلات) للعدادات السابقة • توثيق نتائج تشغيل العدّادات على شكل جداول تبيِّن حالة العداد (حالة مخارج نطاطات العداد) بعد كلّ نبضة من نبضات الساعة. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (بناء العدادات وتشغيلها)	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوِّم	• تقويم إجراءات الحماية وخاصة للأطراف عند الفك والتركيب. • تقويم عمل العداد على اللوحة وبعد التركيب. • رضا الزبون عن عمل العداد بعد تركيبه. • مطابقة المعايير الخاصة بعمل العدادات.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: جداول قيم الصواب للعدّادات المستخدمة، أدلة الشركات الصانعة. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1- وضح طريقتين مختلفتين لتحويل العداد الثنائيّ التصاعدي إلى عداد ثنائي تنازلي.

2- كم رقاقة نوع 7473 تحتاج لعمل عداد ثنائي ذي 5 خانات (5 Bit Binary Counter)؟



أتعلَّم:

العدّادات (Counters)

نشاط (1) اكتب الأعداد الثنائيّة (شكل 1) التي يمكن الحصول عليها باستخدام 4 خانات ثنائية (بتات) على شكل قائمة بالترتيب (من 0000 إلى 1111)، وتقابل الأعداد العشرية (من 0 إلى 15). انظر إلى الخانة الأولى (من اليمين) لجميع الأعداد، ماذا تلاحظ؟ انظر إلى الخانة الثانية؟ ثم الثالثة؟ ثم الرابعة؟ هذه الخاصية البسيطة هي المدخل لعمل العداد الثنائيّ.

0000
0001
0010
0011
0100
0101
0110
0111
1000
.
.
.
1111

(شكل 1) الأعداد الثنائيّة المكونة من 4 (بتات) من 0000 إلى 1111

1- العداد الثنائيّ (Binary Counter):

يتألف العداد الثنائيّ من سلسلة نطاطات تمثّل خانات العدد الثنائيّ الَّذي يتسع له العداد، ويقوم العداد بتغيير حالته مع كلّ عمليّة تفعيل جديدة لمدخله، في تسلسل يمثل عمليّة العد الثنائيّ. وإذا كان العداد مؤلفاً من n من النطّاطات فإنه يستطيع تمثيل الأعداد من 0 إلى $(2^n - 1)$ بطريقة العد الثنائيّ.

2- العدّادات المتزامنة والعدّادات غير المتزامنة:

تصنّف العدّادات عموماً إلى طائفتين مختلفتين، هما:

1- **العدّادات المتزامنة (Synchronous Counters):** وفيها يتم قدح النطّاطات المختلفة للعداد في وقت واحد باستخدام مصدر مشترك لنبضات الساعة؛ ما يجعلها أسرع وأكثر وثوقية.

2- **العدّادات غير المتزامنة (Asynchronous or Ripple Counters):** وفيها يتم استخدام مخرج كلّ نطاط لقدح النطّاط الَّذي يليه (يتّصل المخرج Q من كلّ نطاط بمدخل نبضات الساعة (CLK) للنطاط الَّذي بعده) بحيث يتم قدح واحد فقط من النطّاطات -بالتعاقب- في كلّ مرة.

أنواع العدّادات الثنائيّة حسب أنماط العد:

وتصنّف العدّادات الثنائيّة حسب أنماط العد إلى أربعة أنواع، هي:

1- العداد الثنائيّ التصاعدي (Count Up)

2- العداد الثنائيّ التنازلي (Count Down)

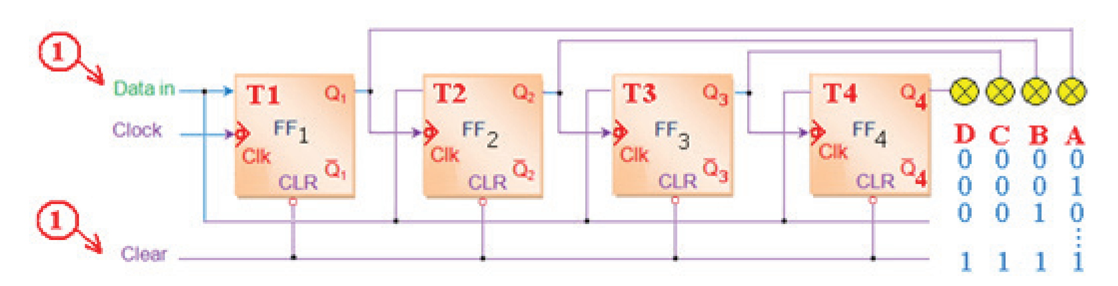
3- العداد الثنائيّ التصاعدي/ التنازلي (Count Up/Down)

4- العداد الثنائيّ المرمّز عشرياً (BCD Counter)

4) مبدأ عمل العداد الثنائيّ:

يمكن بناء دارات مختلفة من العدّادات باستخدام أي من النطّاطات (JK) أو (D) أو (T).

ويمكن توضيح مبدأ عمل العدّادات الثنائيّة بشكل عام من خلال شرح الطريقة التي يعمل بها عداد ثنائي غير متزامن ذي 4 خانات مؤلف من 4 نطاطات نوع (T) (شكل 2).



شكل (2): عداد ثنائي تصاعدي ذو 4 خانات باستخدام نطاطات (T)

في البداية نقوم بتصفير العداد من خلال تطبيق فولتية عالية (5 فولت) على مدخل المسح (Clear) المشترك لجميع النطّاطات فيصبح العداد في الحالة (0000)، ثم نبدأ إرسال النبضات إلى المدخل (CLK) للنطاط الأول. وهذا توضيح ما يحدث مع كلّ نبضة:

1- النبضة الأولى: تقوم بتفعيل النطّاط الأول (عند وصول الحافة السالبة للنبضة إلى المدخل (CLK)، وبما أن النطّاط نوع (T) ومدخله مثبت على الفولتيّة العالية (1 منطقي) فإن مخرجه (Q1) سيبدل حالته الراهنة (0) لتصبح (1).

هذا التغيير لن يؤثر على النطّاط الثاني، لأنه تغيير من 0 إلى 1 أي يمكن اعتباره حافة موجبة، وكذلك باقي النطّاطات لن تتغير حالة مخارجه. والنتيجة أن يصبح العداد في الحالة (0001).

2- النبضة الثانية: تقوم بتفعيل النطّاط الأول (عند وصول الحافة السالبة للنبضة إلى المدخل CLK)، فيبدل النطّاط الأول حالته الراهنة (1) لتصبح (0).

هذا التغيير سيؤثر على النطّاط الثاني، لأنه تغيير من 1 إلى 0 أي يمكن اعتباره حافة سالبة، أما باقي النطّاطات فلن تتغير حالة مخارجها. والنتيجة أن يصبح العداد في الحالة (0010).

3- وهكذا سيبدل النطّاط الأول حالته مع كلّ نبضة بينما يبدل النطّاط الثاني حالته كلّ نبضتين، والنطّاط الثالث كلّ 4 نبضات، والرابع كلّ 8 نبضات. ويلخِّص الجدول التالي هذه العمليّة:

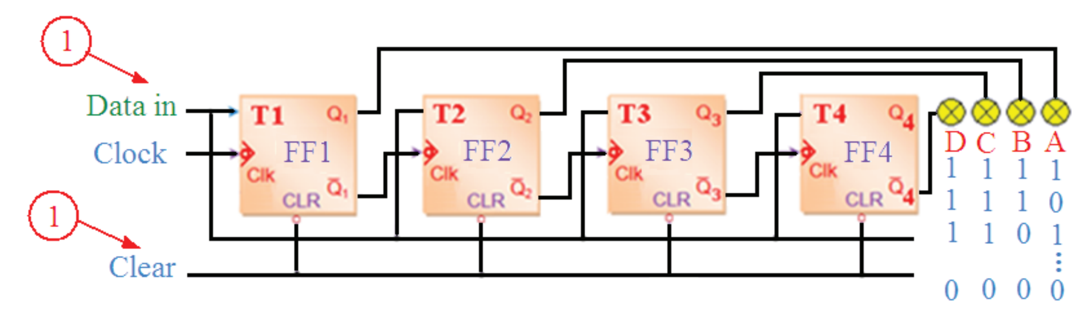
جدول (1): جدول حالة عداد ثنائي تصاعدي ذي 4 خانات

حالة العداد				
Q4	Q3	Q2	Q1	رقم النبضة
0	0	0	0	الحالة الابتدائية
0	0	0	1	النبضة الأولى
0	0	1	0	النبضة الثانية
0	0	1	1	النبضة الثالثة
0	1	0	0	النبضة الرابعة
0	1	0	1	النبضة الخامسة
0	1	1	0	النبضة السادسة
0	1	1	1	النبضة السابعة
1	0	0	0	النبضة الثامنة
1	0	0	1	النبضة التاسعة
1	0	1	0	النبضة العاشرة
1	0	1	1	الحادية عشرة
1	1	0	0	الثانية عشرة
1	1	0	1	الثالثة عشرة
1	1	1	0	الرابعة عشرة
1	1	1	1	الخامسة عشرة
0	0	0	0	السادسة عشرة
				...

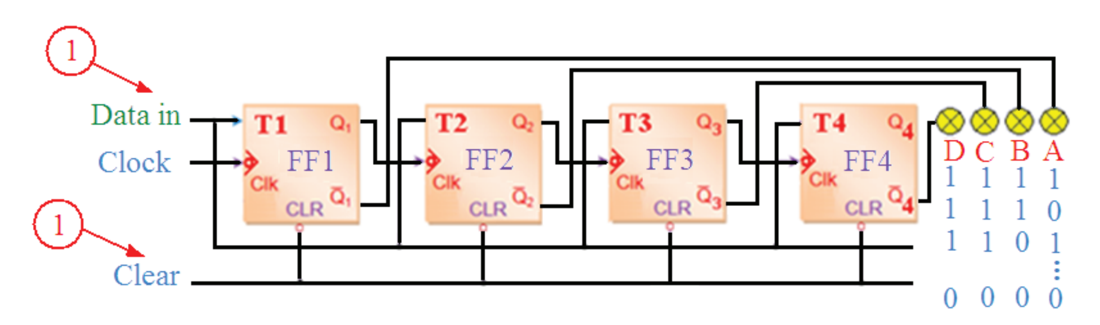
4- وهكذا يصل العداد قيمته العليا بعد وصول النبضة رقم 15 حيث تصبح حالة العداد (1111)، وعند وصول النبضة رقم 16 يتم تفعيل النطّاط الأول فيبدل حالته من 1 إلى صفر مما يؤدّي إلى قدح النطّاط الثاني فيبدل حالته من 1 إلى 0 وهكذا النطّاط الثالث والرابع، فتصبح حالة العداد 0000 وهكذا تكتمل دورة العد برجوع العداد إلى حالته الابتدائيّة بعد النبضة السادسة عشرة، ليصبح مستعداً لبدء دورة عدٍّ جديدة.

5) العداد الثنائيّ التنازلي:

يبين الشكل التالي (3- أ، ب) طريقتين مختلفتين لتحويل العداد الثنائيّ التصاعدي إلى عداد ثنائي تنازلي.



شكل (3 - أ): عداد ثنائي تنازلي ذو 4 خانات باستخدام نطاطات (T) طريقة



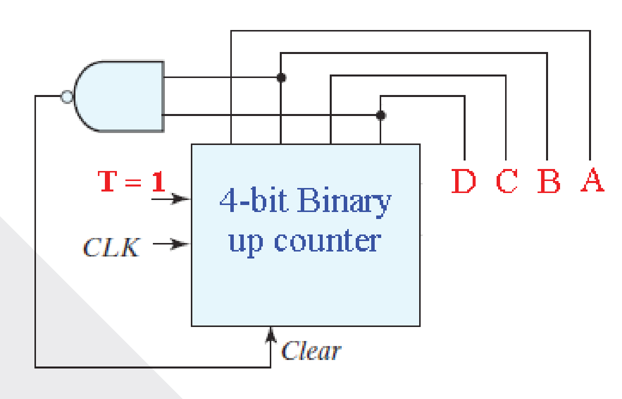
شكل (3 - ب): عداد ثنائي تنازلي ذو 4 خانات باستخدام نطاطات (T) طريقة

6) العداد الثنائيّ التصاعدي التنازلي:

وهو عداد ثنائي يحتوي على مدخل (أو أكثر) للاختيار بين حالتي العد التصاعدي والتنازلي، وذلك من خلال تصميم من البوّابات المنطقيّة المساعدة لتحقيق هذه الوظيفة. وعند تبديل حالة مدخل (أو مداخل) الاختيار بتطبيق (0 أو 1) عليها يبدل العداد نمط العد بين تصاعدي وتنازلي.

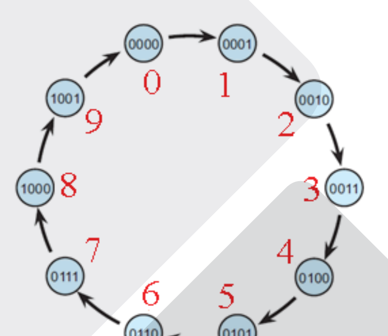
7) العداد الثنائيّ المرمز عشرياً (Binary Coded Decimal Counter- BCD):

أعد النظر إلى العداد الثنائيّ (شكل 3)، ما الّذي سيحدث إذا وصلنا مخرجي النطّاطين (FF2) و (FF4) عبر بوابة (NAND) إلى مداخل مسح النطّاطات (Clear)، كما يبيِّن (شكل 4)؟



شكل (4): مبدأ عمل العداد الثنائي المرمز عشرياً

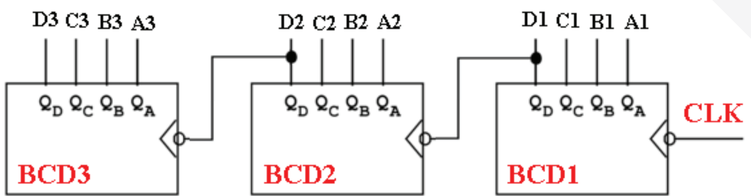
عندما يصل العداد الثنائيّ التصاعدي إلى الحالة 1010 فإن مخرج البوابة المنطقيّة (NAND) سيتغير فجأةً إلى 0، وبالتالي سيتم تفعيل مداخل مسح النطّاطات، فيرجع العداد فوراً إلى حالته الابتدائيّة 0000، أي أن الحالة 1010 ليس لها أية فرصة في الظهور على مخارج النطّاطات لأنّها تؤدي فوراً إلى تصفير العداد.



شكل (5): نمط العد للعداد الثنائي المرمز عشرياً

وهكذا أصبحت الحالات التي يمرّ بها العداد الجديد هي الحالات من 0000 إلى 1001 فقط، وهي الحالات التي تمثّل الأعداد من 0 إلى 9 بالنظام العشري (شكل 5). لذلك سمي هذا النوع (العداد الثنائيّ المرمز عشرياً).

وبالإمكان توصيل عدة عدادات على التوالي لزيادة نطاق العد من (0-9) إلى (0-99) أو (0-999) وهكذا، (شكل 6).



شكل (6): عداد ثنائي مرمز عشرياً ذو 3 مراحل (مكون من 3 عدادات مرمزة عشرياً ذات مرحلة واحدة)

8) رقاقات العدّادات الثنائيّة:

هناك العديد من الرقاقات التي تحتوي على أنواع مختلفة من العدّادات الثنائيّة بأنواعها المختلفة، يبيّن الجدول (2) بعضاً منها.

جدول (2): مجموعة من رقاقات العدّادات الثنائيّة المختلفة

الرقاقة	الوظيفة (المحتويات)	تكنولوجيا التصنيع
7493	عداد ثنائي تصاعدي (غير متزامن) ذو 4 خانات	TTL
74590	عداد ثنائي تصاعدي (غير متزامن) ذو 8 خانات ومسجل	TTL
74193	عداد ثنائي تصاعدي/ تنازلي (متزامن) ذو 4 خانات	TTL
4029	عداد ثنائي تصاعدي/ تنازلي (متزامن) ذو 4 خانات	CMOS
7490	عداد ثنائي مرمز عشرياً BCD (غير متزامن)	TTL

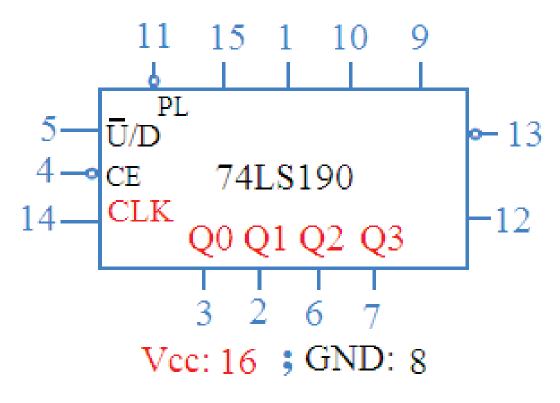
9) استخدامات العدّادات الثنائيّة:

للعدادات الثنائيّة كثير من التطبيقات العمليّة، من أهمها:

1- تتبع الأحداث وعدّها

2- توليد الذبذبات

3- قسمة التردّد

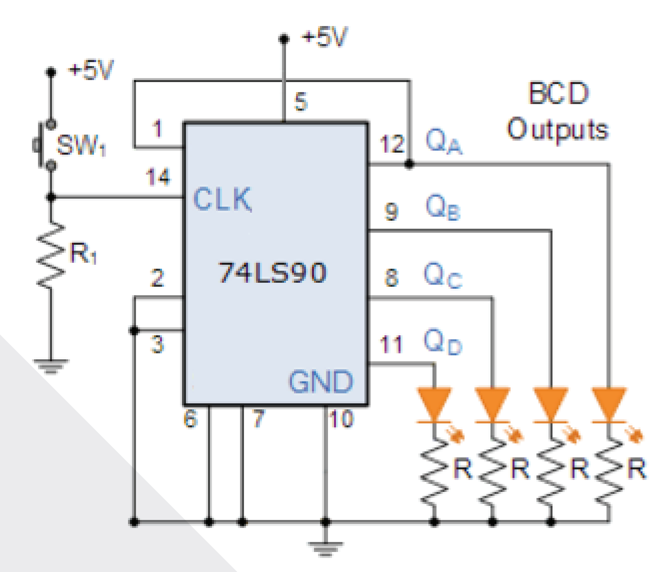


شكل (7): المخطط الوظيفي لأطراف الرقاقة 74190

نشاط (2) الرقاقة 74190 (شكل 7) تشتمل على عداد ثنائي ذي 4 خانات مع إمكانية اختيار نمط العد التصاعدي أو التنازلي (طرف4: Up/ Down). وكذلك تحتاج إلى تفعيل العمل كعداد من خلال تصفير المدخل (CE طرف 4) أو تفعيل العمل كمسجل (من خلال تصفير طرف 11: CP). ارجع إلى شبكة الإنترنت للحصول على لائحة المواصفات (Data Sheet) ومعلومات الشركة الصانعة للتعرف على هذه الرقاقة واستخداماتها العمليّة، ثم اكتب تقريراً موجزاً بما توصلت إليه.

نشاط (3) الرقاقة 7490 (شكل 8) هي رقاقة عداد ثنائي مرمز عشرياً
Binary Coded Decimal Counter)
.(- BCD

ارجع إلى شبكة الإنترنت للحصول على لائحة المواصفات (Data Sheet) ومعلومات الشركة الصانعة للتعرّف على هذه الرقاقة واستخداماتها العمليّة، ثم اكتب تقريراً موجزاً بما توصلت إليه.



شكل (8): دارة عداد مرمز عشرياً باستخدام الرقاقة 7490



أسـئلة الوحدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. **ما القيم المنطقيّة لمدخلي بوابة (XOR) عندما تكون الحالة المنطقيّة لمخرج البوابة منخفضة (0)؟**

أ) 0، 0 فقط　　ب) 1، 1 فقط　　ج) متماثلان (0، 0 أو 1، 1)　　د) مختلفان (0، 1 أو 1، 0)

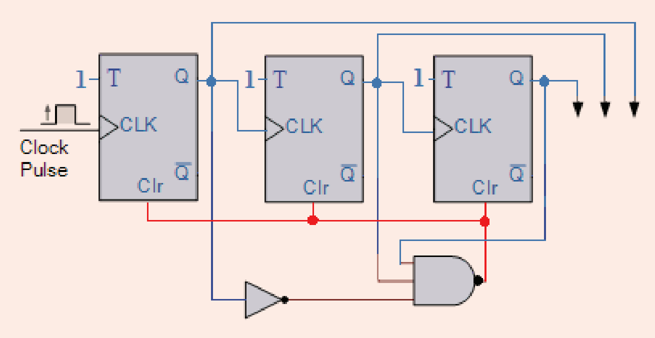
2. **عند تطبيق الحالات التالية بالترتيب (0، 1) ثم (1، 1) ثم (0، 0) على المدخلين (J ،K) للنطاط (JK) مع التفعيل بإعطاء نبضة (CLK) كلّ مرة، ما قيمة الحالة المنطقيَّة للمخرج (Q) للنطاط؟**

أ) 0　　ب) 1　　ج) غير محدّدة　　د) نفس حالة Q

3. **كم خانة يمكن أن يخزن مسجل إزاحة (SIPO) ذو 3 نطاطات من نوع (JK)؟**

أ) 3 خانات ثنائية　　ب) 6 خانات ثنائية　　ج) خانة ثنائية واحدة　　د) عدد لا نهائي من الخانات الثنائيّة

4. **يقوم العدَّاد الثنائي في المخطَّط المجاور بالعدّ الثنائيّ المقابل لأحد الأنماط بالنّظام العشري. أيُّ الأنماط التالية يعبّر عن عمل هذا العدَّاد؟**



شكل) سؤال – 1نقطة :(4 عداد ثنائي محدد الحالات ذي 3 خانات

أ) من 0 إلى 5　　ب) من 0 إلى 3　　ج) من 6 إلى 0　　د) من 0 إلى 6

السؤال الثاني:

بعض البوّابات المنطقيّة يمكنك الحصول عليها من تركيب بوابتين؟ المطلوب إعطاء مثال.

السؤال الثالث:

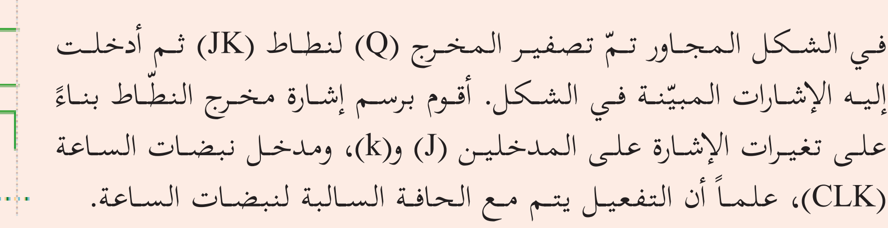
نفرض أنك كنت بحاجة لاستخدام بوابة (NOT) في أحد التطبيقات، ولم تتوفر لديك رقاقة تحتوي على بوابات (NOT). كيف يمكنك الحصول على بوابة (NOT) باستخدام بوابة (NAND)؟

السؤال الرابع:

أبين بالرسم وجدول قيم الصواب كيف تحصل على بوابة مصد (Buffer) من خلال بوابة (AND).

السؤال الخامس:

في الشكل المجاور تمّ تصفير المخرج (Q) لنطاط (JK) ثم أدخلت إليه الإشارات المبيّنة في الشكل. أقوم برسم إشارة مخرج النطّاط بناءً على تغيرات الإشارة على المدخلين (J) و(k)، ومدخل نبضات الساعة (CLK)، علماً أن التفعيل يتم مع الحافة السالبة لنبضات الساعة.



شكل (سؤال 5): مخطط زمني لمداخل النطاط ومخرجه مع نبضات الساعة

السؤال السادس:

أوضحُ بالرسم كيف تستخدم نطاطات (JK) لبناء مسجل إزاحة ثنائي نوع (SIPO) ذي 3 خانات. كم رقاقة منطقية مختلفة يلزمك لبناء هذا المسجل؟ ما أرقام تلك الرقاقات؟

السؤال السابع:

أرسمُ مخطّط التوصيلات الكامل لعداد ثنائي مرمَّز عشرياً للعد من 0 إلى 9، وذلك باستخدام رقاقتين 7473، مع توضيح دارات المفاتيح لكل من: مدخل نبضات الساعة ومدخل التصفير، وكذلك مع رسم دارات الثنائيّات الباعثة للضوء كمبينات لإشارات المخارج.

المشروع:

عمل مفتاح قفل سري رقمي لفتح باب كهربائيّ عند إدخال الرقم الصحيح المكون من 4 منازل (باستخدام نطاطات D).

المراجــــــــــع

أولاً- المراجع العربيــــة

1. بنـاء الـدارات الكـهربائيّـة الأساسيّة، صـلاح الديـن الحـاج أحـمـد، وزارة التربيـة والتعليـم الفلسطينية - مركـز المناهـج، 2013م.
2. الدوائر الكهربائيّة- سلسلة ملخّصات سشوم، ادمنستر، جوزيف أ.، ترجمة د. محمود أحمد أبو زيد.
3. العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي- تخصص الكهرباء (المستوى الأول للمرحلة الثانويّة الفرع الصناعي)، مجموعة مؤلفين، إدارة المناهج والكتب المدرسية في المملكة الأردنية الهاشمية.
4. علم الصناعة - مجموعة الإلكترونيّات (الصف الاول الثانويّ الفرع الصناعي)، المسلماني، صالح وآخرون، الأردن.
5. أساسيّات الكهرباء والإلكترونيّات في تخصص صيانة الجوال- المعاهد الثانويّة الصناعية، المملكة العربية السعودية.

ثانيــاً: المراجع الأجنبيــــة

1. Electronic Devices, Floyd, Thomas L., 9th Ed., Prentice Hall, New Jersey, 2012
2. Digital Design, Mano, M. Morris & Ciletti, Michael D., 5th Ed., 2013
3. Electrical Engineering Fundamentals, Floyed, Thomas L., Prentice, Inc, sixth edition, 2000
4. Experiments in Electronics Devices and Circuits, LaLond, David E. & Ross, John A.
5. Fundamentals of Electronic Circuits, Alexander, Charles K. & Sadiku, N. O. Mathew, 3rd Edition

ثالثـاً: المواقع الإلكترونيّة

1. https: //electronics.stackexchange.com
2. https: //www.futuremfg.com
3. http: //www.navsea.navy.mil/Portals
4. https: //www.electrical4u.com
5. http: //www.datasheetcatalog.com
6. https: //www.electronics-tutorials.ws
7. http: //www.fujitsu.com/us/products
8. https: //www.electronics-tutorials.ws
9. http: //www.allaboutcircuits.com
10. http: //en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
11. http: //www.allelectronics.com/make store/category/390/Microphones/1.html
12. http: //tkne.net/vb

لجنة المناهج الوزاريّة

د. صبري صيدم	د. بصري صالح	م. فواز مجاهد
أ. عزام أبو بكر	أ. ثروت زيد	أ. عبد الحكيم أبو جاموس
د. شهناز الفار	د. سميّة النّخالة	م. جهاد دريدي

لجنة الخطوط العريضة لمنهاج الاتصـــالات الفرع الصّناعيّ

أ.د. اسماعيل شندي	أ.د. عبد السميع العرابيد	أ.د. ماهر الحولي	أ.د. محمد عساف
د. إياد جبور	د. جمال الكيلاني	د. حمزة ذيب	د. خالد تربان
أ. تامر رملاوي	أ.جمال زهير	أ. افتخار الملاحي	أ. رقية عرار
أ. عبير النادي	أ. عفاف طهبوب	أ. عمر غنيم	أ. فريال الشواورة
أ. نبيل محفظ			

المشاركون في ورشة العمل

م. ناريمان البدارين	م. ناصر صوالحة	م. أسامة نجاجرة	م. مصعب المحاريق
م. عصام منصور	م. عزات تمام	م. محمد أبو حمدة	م. علاء عقاد
م. محمود عليوي	م. ثائر نغنغية	م. ولاء زكارنة	م. آلاء صبيح
م. رانية حج علي	م. فخري صبّاح	م. إيمان كتّانة	م. محمد سلمان
م. صلاح الدين حاج أحمد			